



Versuchsbericht Raps 2010

Claudia Daniel

20. Dezember 2010

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	2
2. Versuche mit Gesteinsmehl	4
3. Wechselwirkung von Düngung und Rapsglanzkäferbefall	18
4. Gelbfallen gegen den grossen Rapsstängelrüssler	29
5. Dank	31
6. Anhang	32

1. Zusammenfassung

Versuche mit Gesteinsmehl

Der Rapsglanzkäfer gilt als einer der wichtigsten Schadorganismen im Schweizerischen Rapsanbau. Gesteinsmehl, eingesetzt zur Pflanzenstärkung, könnte durch seine repellente, frasshemmende Wirkung den Schädlingsbefall vermindern.

Die **Applikation** von 30 kg Klinospray mit dem Zusatz von 2 l Heliosol und 600 l Wasser pro Hektar war problemlos mit einer normalen Feldspritze möglich. Unter den trockenen Witterungsbedingungen im Jahr 2010 konnte der **Besatz mit Rapsglanzkäfern** durch die Applikationen um 45-50% reduziert werden, wobei der Wirkungsgrad mit fortschreitender Pflanzenentwicklung abnahm. Die Versuche wurden an 6 Standorten mit unterschiedlichen Witterungs- und Bodenbedingungen, sowie mit verschiedenen Rapsorten durchgeführt. Neben der Auswirkung auf die Käferanzahl pro Pflanze wurden an allen Standorten auch Auswirkungen auf die **Mobilität der Käfer** beobachtet. Die Käfer in den behandelten Parzellen waren deutlich träger und weniger flugaktiv als die Käfer in den Kontrollparzellen. An drei von sechs Versuchsstandorten wurde der **Schotenansatz** und der Ertrag erfasst: Die reduzierte Anzahl Käfer und die reduzierte Mobilität der verbleibenden Tiere resultierte offensichtlich in einer geringeren Frassleistung: der Schotenansatz an den Haupttrieben in den behandelten Parzellen war signifikant höher als in den Kontrollparzellen. Durch die Kompensation an den Seitentrieben liess sich dieser Effekt beim Schotenansatz an der Gesamtpflanze jedoch nicht mehr nachweisen. Der **Ertrag** konnte durch die Behandlungen signifikant um 23% erhöht werden. Auf den stark befallenen Parzellen in Zuzgen (15-25 Rapsglanzkäfer / Pflanze) war jedoch das Ertragsniveau insgesamt so niedrig (Kontrolle: 6.8 dt / ha; Klinospray: 9.1 dt / ha; +34%), dass trotz des Ertragszuwachses nicht von einem agronomischen Erfolg gesprochen werden kann. Auf der schwach befallenen Parzelle in Mont-sur-Rolle (2-6 Rapsglanzkäfer pro Pflanze) war das Ertragsniveau in der Kontrolle sehr hoch (31.7 dt / ha) und konnte aber dennoch durch die Klinospray-Behandlungen um 3.5 dt / ha auf insgesamt 35.2 dt / ha erhöht werden.

Wechselwirkung von Düngung und Rapsglanzkäferbefall

Ziel der Versuche war es, die Wechselwirkung zwischen Düngerniveau und Schädlingsbefall zu beschreiben. Dafür wurden im Frühjahr auf vier Rapsfeldern zuerst zwei Düngerstufen (Betriebsüblich und betriebsüblich + 50kg N / ha) eingestellt. Die einzelnen Düngerparzellen wurden dann bei Flugbeginn der Rapsglanzkäfer nochmals geteilt: mit Netzabdeckung zum Ausschluss der Rapsglanzkäfer und ohne Netzabdeckung mit natürlichen Rapsglanzkäferbefall.

Im Jahr 2010 war die Düngerausbringung wegen der Schneedecke erst verhältnismässig spät möglich. Daher waren keine signifikanten Auswirkungen des Düngereinsatzes messbar. Die Versuche werden im Jahr 2011 wiederholt. Bei dem moderaten Käferbefall (4.1 Käfer / Pflanze im Stadium 52 BBCH; 12.5 Käfer / Pflanze im Stadium 58 BBCH) auf der Bioparzelle in Leibstadt war der Schotenansatz am Haupttrieb in den abgedeckten Parzellen signifikant höher als an den Haupttrieben der unabgedeckten Parzellen. Die Anzahl Seitentriebe war jedoch in den abgedeckten Parzellen signifikant niedriger, sodass sich bezogen auf den Schotenansatz der Gesamtpflanze keine Unterschiede mehr nachweisen liessen. Dies deutet darauf hin, dass die Pflanzen die Rapsglanzkäferschäden kompensierten. Die Assimilate, die die Pflanzen zur Kompensation des Rapsglanzkäferschadens aufwenden mussten, fehlten jedoch im Moment der Samenbildung. In den unabgedeckten Parzellen wurden nur halb so viele Samen pro

Schote angesetzt, wie in den abgedeckten Parzellen. Ein Teil dieses Ausfalls konnten die Pflanzen in den unabgedeckten Parzellen durch ein signifikant höheres Tausendkorngewicht wiederum kompensieren. Insgesamt ergab sich in den abgedeckten Parzellen ein signifikant höherer Ertrag. Bedingt durch das Versuchsdesign war es unter der Netzabdeckung etwas wärmer und feuchter als ohne Abdeckung. Zudem war auch der Stängelrüsslerbefall reduziert. Die beobachteten Unterschiede können also nicht ausschliesslich auf den unterschiedlichen Besatz mit Rapsglanzkäfern zurückgeführt werden. Bei dem starken, frühen Käferbefall (19.1 Käfer / Pflanze im Stadium 52 BBCH; 8.7 Käfer / Pflanze im Stadium 59 BBCH) auf den IP-SUISSE Feldern in Hellikon und Zuzgen wurde in den unabgedeckten Parzellen praktisch Totalschaden verursacht, sodass die Auswertung des Ertrages nicht mehr möglich war. Der Düngereinfluss war unter diesen Bedingungen nicht signifikant, wohingegen der Einfluss der Netzabdeckung hochsignifikant war.

Gelbfallen gegen den grossen Rapsstängelrüssler

Der grosse Rapsstängelrüssler überwintert im Boden der Rapsfelder von wo aus er im nächsten Frühjahr die neuen Rapsfelder besiedelt. Bei einem Nachbau von Raps bzw. wenn der neue Rapsschlag unmittelbar an das Vorjahresfeld grenzt, ist ein erhöhter Befall zu erwarten. Ziel des Versuches war es, die Frage zu klären, ob sich der grosse Rapsstängelrüssler bei der Einwanderung in die Rapsfelder mit Gelbfallen am Feldrand abfangen lässt.

Der Flug des Stängelrüsslers, wie auch die Frassganglänge in Stängelinneren waren in den Bereichen hinter den Fallen etwas geringer als in der Kontrolle. Insgesamt waren die Effekte jedoch marginal, sodass die Erstellung einer Barriere von gelben Leimfallen am Feldrand in der Praxis nicht sinnvoll ist.

2. Versuche mit Gesteinsmehl

Der Rapsglanzkäfer gilt als einer der wichtigsten Schadorganismen im Schweizerischen Rapsanbau. Die Rahmenbedingungen von IP-SUISSE, Extenso und Bio Suisse erlauben keinen Einsatz von Insektiziden. Je nach Lage und Jahr kann der Rapsglanzkäfer in diesen Anbausystemen erhebliche Ertragsausfälle verursachen und damit eine wirtschaftliche Produktion von Rapsöl verunmöglichen. Darüber hinaus entwickelt sich der Rapsglanzkäfer aufgrund seiner zunehmenden Resistenz gegen Pyrethroide auch im konventionellen Anbau zu einem Problemschädling. Alternative Lösungsansätze sind also gefragt. Gesteinsmehl, eingesetzt zur Pflanzenstärkung, könnte durch seine repel-lente, frasshemmende Wirkung den Schädlingsbefall vermindern.

Erfahrungen aus den Jahren 2008 und 2009 weisen darauf hin, dass der Einsatz von Gesteinsmehl die Auswirkungen des Rapsglanzkäfers mindern kann (siehe Versuchsbericht 2008 & 2009). Wissenslücken bestehen aber bezüglich der Ertragsrelevanz der Rapsglanzkäfer in Abhängigkeit von Befallsdruck und Anbausystem, sowie bezüglich einer optimierten Applikationstechnik von Gesteinsmehl. In der Saison 2010 wurde deshalb in Zusammenarbeit mit Landwirten auf mehreren Standorten ein Spezialprodukt geprüft. Im Gegensatz zu den Versuchen in den vergangenen Jahren, wo Gesteinsmehl mittels Düngerstreuer gestäubt wurde, wurde 2010 feinst vermahlenes Gesteinsmehl (Produkt Klinospray, Firma Unipoint) mit der Feldspritze appliziert. Ziel der Versuche war es, Wirkung von gespritztem Gesteinsmehl prüfen und die Auswirkung auf den Ertrag zu erfassen.

2.1 Material & Methoden

Versuchstandorte

Die Versuche wurden an den Standorten Zuzgen AG (3 Felder; insgesamt 1.3 ha), Hellikon AG (2 Felder; insgesamt 3 ha) und Mont-sur-Rolle VD (1 Feld, 5.2 ha) durchgeführt. Die agronomischen Angaben der Parzellen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Agronomische Daten

Produzent	Vorkul-tur	Saat-termin	Saat-menge	Sorte	Reihen-abstand	Düngung: kg N im Herbst	Düngung: kg N im Frühjahr
Zuzgen AG	Getreide	01.9.09	5 kg/ha	Talent	13.5 cm	30	128.5
Hellikon AG	Getreide	31.8.09	4 kg/ha	Cosmos	7.5 cm	56	118
Mont-sur-Rolle VD	Getreide	28.8.09	6 kg/ha	Visby	28 cm	23	121

Versuchsdesign, geprüfte Mittel, Aufwandmengen & Applikationstermine

Da die Käfer besonders bei sonnigem Wetter sehr mobil sind, wurden sehr grosse Versuchspartzellen angelegt. Auf den 3 Feldern in Zuzgen wurde jeweils eine Hälfte behandelt, während die andere Hälfte unbehandelt blieb (Abbildung 1). Die behandelten Parzellen waren 0.2 bis 0.3 ha gross. Auf den Feldern in Hellikon waren die behandelten Parzellen 0.6 ha gross, wobei auf dem grösseren Feld zwei Wiederholungen angelegt werden konnten (Abbildung 1). Auf dem Feld in Mont-sur-Rolle konnten ebenfalls zwei, je 0.4 ha grosse Parzellen behandelt werden. Da das Feld auf einer Hügelkuppe lag, entwickelten sich die Pflanzen im südlichen Teil (Südexposition) des Feldes jedoch schneller. Der Rapsglanzkäfereinflug fand ebenfalls von Süden her statt, was zu einer inhomogenen Käferverteilung im Feld führte. In die Auswertung wurden daher nur die nördlichere der behandelten Parzellen, sowie die daran anschliessende Kontrollparzelle mit einbezogen.

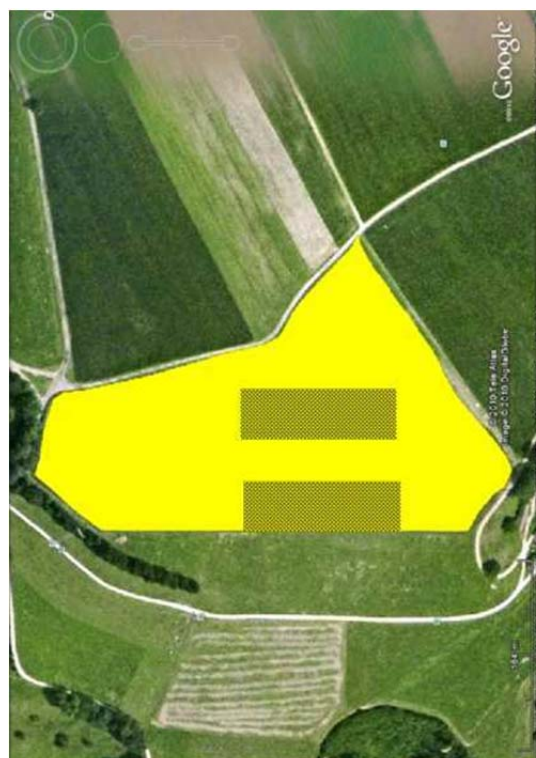
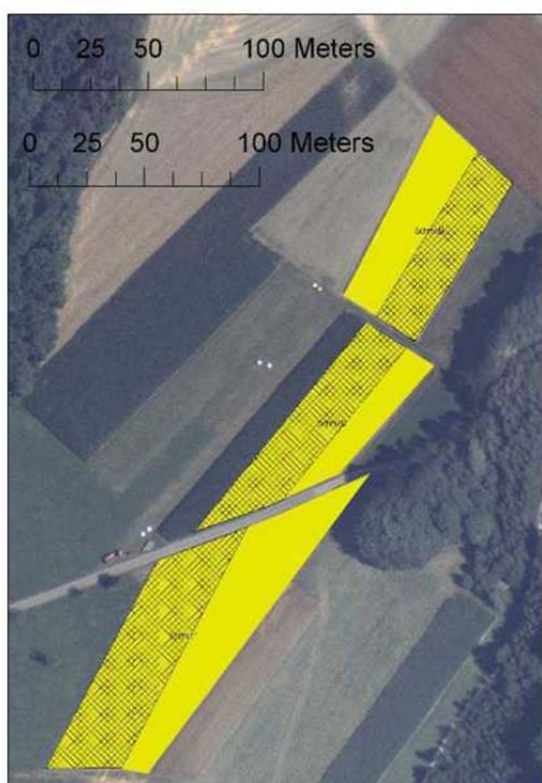


Abbildung 1: Plan der Versuchsfelder in Hellikon (oben links und rechts), Zuzgen (unten links) und Mont-sur-Rolle (unten rechts) mit Klinospray (Gesteinsmehl) behandelte Parzellen (schraffiert) und Kontrollparzellen (gelb).

Die Applikation von 30 kg Klinospray mit dem Netzmittel Heliosol (2 l/ha) und mit 600 l Wasser pro Hektar erfolgte mit der betriebsüblichen Spritztechnik (rote Düsen 110 04, 3 bar, 3.5 km/h). Die ersten Behandlungen wurden am 07.04.10 (Zuzgen), 09.04.10 (Hellikon) und 19.04.10 (Mont-sur-Rolle) im Stadium 51 BBCH durchgeführt. Um den Neuzuwachs der Pflanzen ebenfalls mit Klinospray zu bedecken, wurde im Stadium 52-54 eine zweite Applikationen durchgeführt (Applikationsdaten: Hellikon & Zuzgen: 16.04.10; Mont-sur-Rolle: 22.04.10). Aufgrund des hohen Käferdrucks wurde in Hellikon und Zuzgen eine dritte Applikation im Stadium 56-57 BBCH ausgebracht (22. bzw. 23.04.2010). Während der gesamten Behandlungsperiode bis zum Beginn der Blüte (BBCH 60; 30.04.2010) war das Wetter sonnig und weitgehend niederschlagsfrei.

Auswertungen

Die **klimatischen Bedingungen** im Untersuchungszeitraum wurden mit einer Campbell CR10X Wetterstation am Standort Frick und Mont-sur-Rolle aufgezeichnet (www.agrometeo.ch).

Am 25.02.10 wurde der **Zustand der Versuchsfelder** im Aargau erfasst. Der Deckungsgrad mit Rapspflanzen und Unkraut wurde an 5 Stellen im Feld geschätzt. Die Leitunkrautarten wurden bestimmt. Der Wurzelhalsdurchmesser der Rapspflanzen wurde an jeweils 25 Pflanzen erfasst.

Die Einwanderung der Käfer (**Anzahl Käfer pro Pflanze**) wurde mit regelmässigen Auszählungen an 50 Pflanzen pro Feld vor Applikationsbeginn überwacht. Einen Tag (BBCH 51-52), drei Tage (BBCH 52-53), sowie sieben Tage (BBCH 52-54) nach der ersten Behandlung wurde die Anzahl Käfer pro Pflanze mit einer Klopfprobe an 25 Pflanzen pro Parzelle und Verfahren erfasst. Weitere Auszählungen fanden drei Tage (BBCH 54-56) nach der zweiten Behandlung, sowie 5 Tage (BBCH 57-61) nach der letzten Behandlung statt. Die Auszählungen wurden jeweils am späten Vormittag durchgeführt.

Um die **Auswirkungen der Klinospray-Applikation auf die Pflanzen** zu erfassen, wurde der Entwicklungsstand der Pflanzen bei jeder Klopfprobe erfasst. Nach Ende der Blüte (Mont-sur-Rolle: 10.06.10; Zuzgen: 11.06.10; Hellikon: 23.06.10) wurden die Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter und die Pflanzenhöhe erfasst. Zudem wurden 15 Pflanzen pro Versuchsparzelle entnommen, an denen das Gewicht pro Pflanze, der Wurzelhalsdurchmesser, sowie die Anzahl Seitentriebe bestimmt wurden. Der Befall mit Stängelrüssler, Schotenmücke und die Symptome der Knospenwelke wurden ebenfalls erfasst.

Um den **vom Rapsglanzkäfer verursachten Schaden** zu bestimmen, wurde bei den entnommenen Pflanzen der **Schotenansatz** sowie die Anzahl Stiele ohne Schoten (=vom Käfer geschädigte Blüten) an jeder Pflanze gezählt.

Bei der Ernte am 09.08.10 wurde der **Ertrag** erhoben. Die Ernte wurde mit einem normalen Mähdrescher (Balkenbreite 4.2 m) durchgeführt. Zuerst wurde am Feldrand 12.6 m breiter Randstreifen entfernt. Im Zentrum der Versuchspartzellen wurden dann jeweils 4.2 m breite Streifen geerntet und in Bigbags geleert und gewogen.

Die **statistische Auswertung** erfolgte mit dem Programm JMP5.0.1.. Die Daten der Standorte Hellikon, Zuzgen und Mont-sur-Rolle wurden zusammengefasst und mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse (Faktoren Feld und Verfahren) ausgewertet. Normalverteilung und Varianzhomogenität der Residuen wurde geprüft. Im Text und in den Graphiken sind die Resultate als Mittelwert mit Standardfehler angegeben.

2.2 Resultate & Diskussion

Die **klimatechnischen Bedingungen** im Untersuchungszeitraum, sowie die **Anzahl Käfer pro Pflanze** in den unbehandelten Parzellen sind in Abbildung 2 und Abbildung 3 dargestellt. Zwischen den Versuchsstandorten bestanden deutliche Unterschiede. Im Frühjahr waren die Temperaturen in Zuzgen AG und Hellikon AG deutlich höher als in Mont-sur-Rolle VD. Vom 18.03.10 bis zum 25.03.10 trat im Aargau eine erste Schönwetterperiode auf: die Temperaturen lagen während 8 Tagen deutlich über 15°C (Aktivitätsschwelle der Rapsglanzkäfer). An zwei Tagen wurde sogar eine Maximaltemperatur von 20°C erreicht. In Mont-sur-Rolle überschritten die Temperaturen in dieser Periode nur an 3 Tagen die 15°C-Schwelle und lagen maximal bei 17°C.

Auf den Feldern in Zuzgen wurden am 19.03.10 die ersten Rapsglanzkäfer an den Gelbfällen gefangen. Am 22.03.10 traten auch in Hellikon die ersten Käfer auf. Bei der ersten Auszählung an den Pflanzen am 29.03.2010 wurden 0.6 bis 2.2 Rapsglanzkäfer pro Pflanze beobachtet. Bis zum 06.04.10 blieben die Käferzahlen auf diesem Niveau und stiegen in der zweiten Schönwetterperiode (07. bis 10.04.2010) auf 3.3 bis 15 Käfer pro Pflanze an. In Mont-sur-Rolle erreichten die Temperaturen in dieser zweiten Schönwetterperiode die 15°C-Marke auch nur sehr knapp, sodass auf dem Feld in Mont-sur-Rolle ein nennenswerter Käfereinflug erst bei der dritten und dauerhaften Schönwetterphase ab 17.04.210 stattfand: Am 19.04.10 wurden 1.2-3.8 Käfer pro Pflanze gezählt.

Insgesamt am stärksten befallen waren die drei Felder in Zuzgen, die alle eine ähnliche Befallsstärke aufwiesen und daher in der Graphik (Abbildung 2) zusammengefasst wurden. Obwohl die beiden Felder in Hellikon nur 500 m voneinander entfernt lagen, war der Käferbefall auf der südexponierten Feld 2 deutlich höher als auf Feld 1. In Mont-sur-Rolle blieb der Befall über die gesamte Versuchsperiode sehr niedrig (Abbildung 3). Unabhängig von der Befallsstärke mit Rapsglanzkäfern wurde mit der ersten Behandlung gewartet, bis die Pflanzen das Stadium 51 BBCH (Blütenknospe von oben sichtbar) erreicht hatten, da erst ab diesem Stadium das Gesteinsmehl direkt auf die Knospen ausgebracht werden konnte.

Vor Versuchsbeginn wurde der **Zustand der Felder** erfasst. Die Pflanzen waren gut entwickelt. Durch die anhaltende Winterkälte waren allerdings viele Blätter und teilweise auch die Vegetationspunkte der Pflanzen erfroren. Die stärksten Auswinterungsschäden traten auf dem Feld Hellikon 2 auf. Durch die südexponierte Lage des Feldes hatten sich einerseits im Herbst schon starke, hohe Pflanzen entwickelt, andererseits taute der Schnee in dieser Lage stärker als auf den anderen Feldern, sodass die Vegetationspunkte nicht mehr unter der schützenden Schneedecke lagen. Auf allen Feldern lag der Deckungsgrad mit Raps am 25.02.10 bei 38% bis 58%. Die Pflanzen wiesen einen Wurzelhalsdurchmesser von durchschnittlich 14 bis 17 mm auf. Nennenswerte Verunkrautung trat nur auf den Feldern in Zuzgen (Ausfallgetreide) auf.

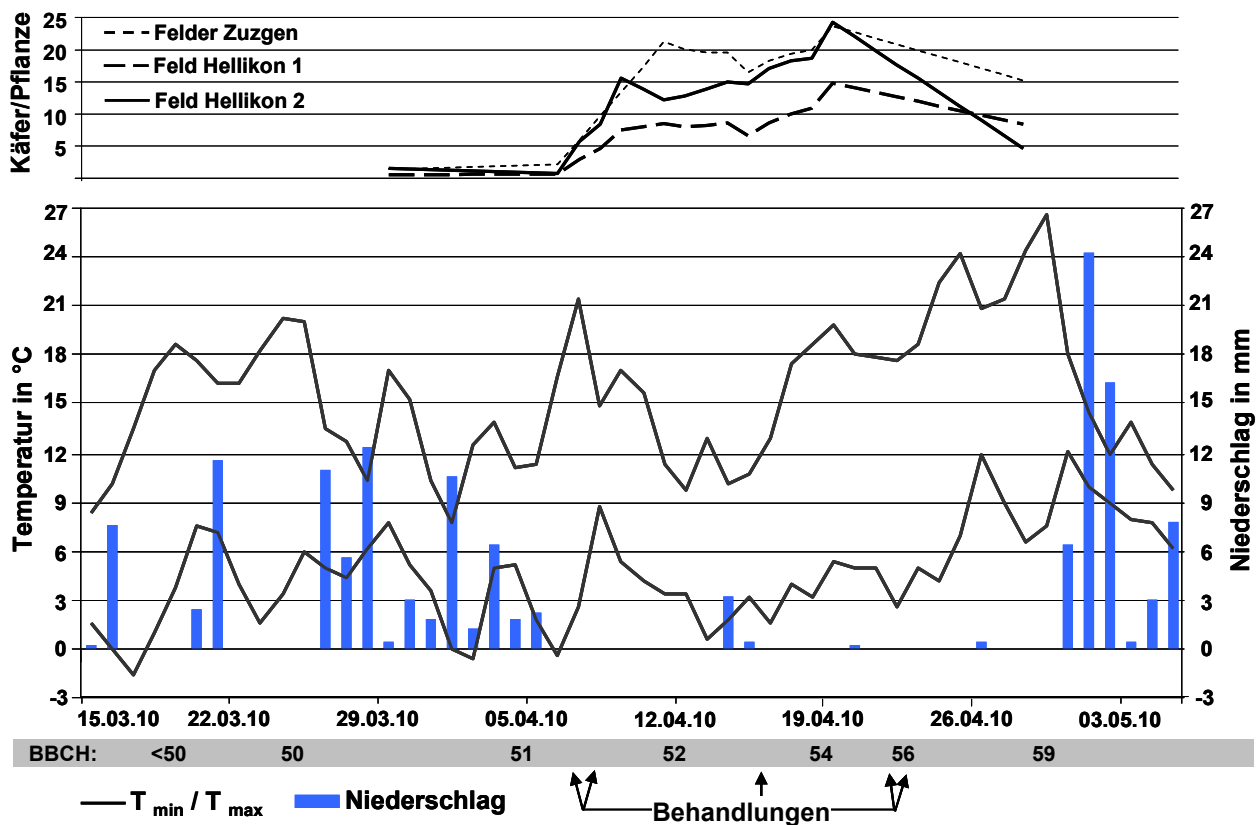


Abbildung 2: Wetterbedingungen im Versuchszeitraum (Standort Frick) und Anzahl Käfer pro Pflanze in den Kontrollparzellen der Versuche in Zuzgen und Hellikon.

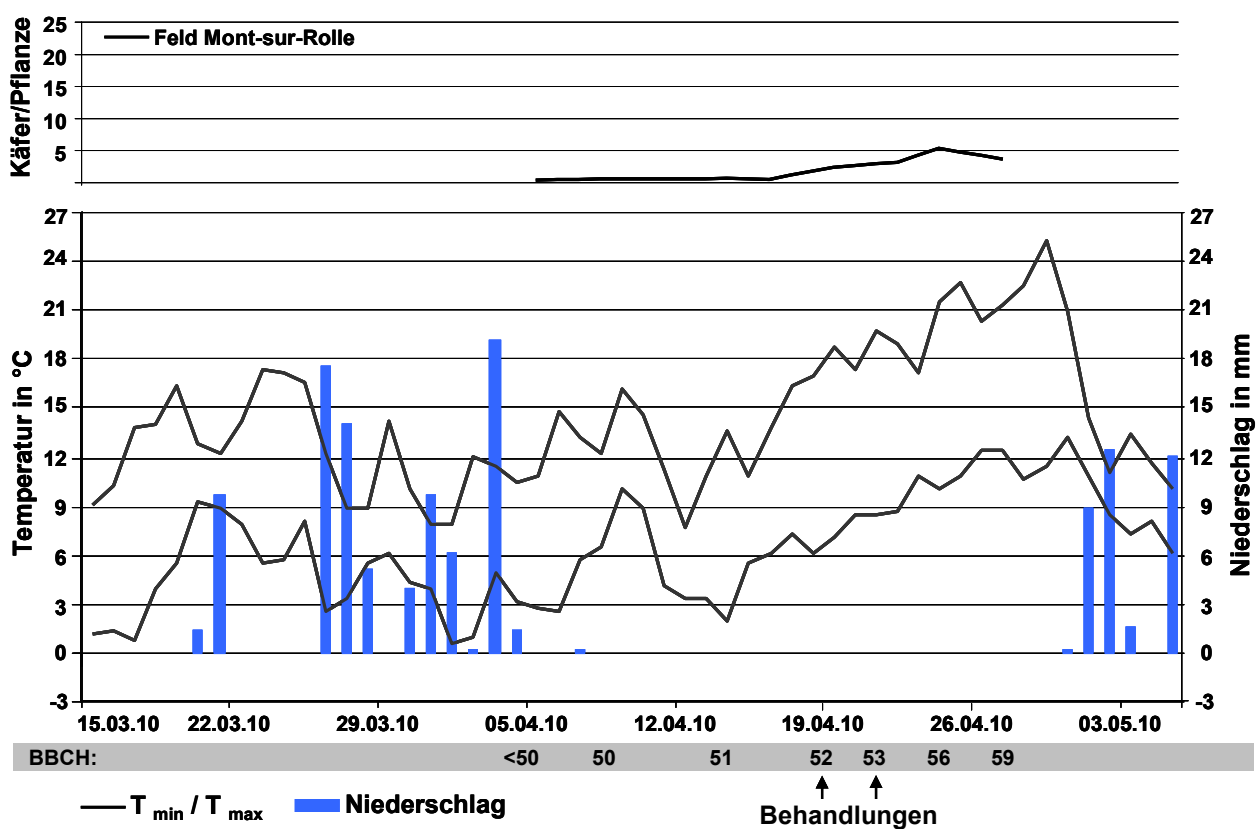


Abbildung 3: Wetterbedingungen im Versuchszeitraum (Standort Mont-sur-Rolle) und Anzahl Käfer pro Pflanze in den Kontrollparzellen des Versuchs in Mont-sur-Rolle.

Die Auswirkung der Klinospray-Behandlungen auf die **Anzahl Käfer pro Pflanze** wurde mit Klopfpöben überwacht. Abbildung 4 zeigt die Mittelwerte über alle Versuchsstandorte. Die Klinospray-Behandlungen konnten die Anzahl Käfer pro Pflanze signifikant reduzieren. Bis zum siebenten Tag nach der ersten Behandlung lag der Wirkungsgrad bei 50%. Die zweite Behandlung war weniger wirksam, da sich auf den schon gestreckten Knospenständen kein guter Klinospray-Belag mehr aufbringen liess. Daher blieben vermutlich einige Knospen ungeschützt. Gegen Ende des Versuches wurden sogar mehr Käfer in den behandelten Parzellen als in der Kontrolle beobachtet. Dieses Phänomen lässt sich erklären: da die Kontrollparzellen komplett kahl gefressen waren, setzte eine starke Wanderbewegung von der Kontrolle in die behandelten Parzellen ein. Neben der Auswirkung auf die Käferanzahl pro Pflanze wurden auch Auswirkungen auf die Mobilität der Käfer beobachtet: Die Käfer in den behandelten Parzellen waren deutlich träger und weniger flugaktiv als die Käfer in den Kontrollparzellen. Die Unterschiede zwischen den Versuchsstandorten waren an allen Terminen signifikant. Daher sind die Ergebnisse in Abbildung 5 bis Abbildung 8 nochmals für alle Standorte separat dargestellt. Zu erkennen ist, dass auf allen Flächen vergleichbare Wirkungsgrade erzielt wurden. An den Standorten mit hohem Befallsdruck (Zuzgen und Hellikon) konnte in den behandelten Parzellen eine sichtbar stärkere Blüte beobachtet werden (Abbildung 9).

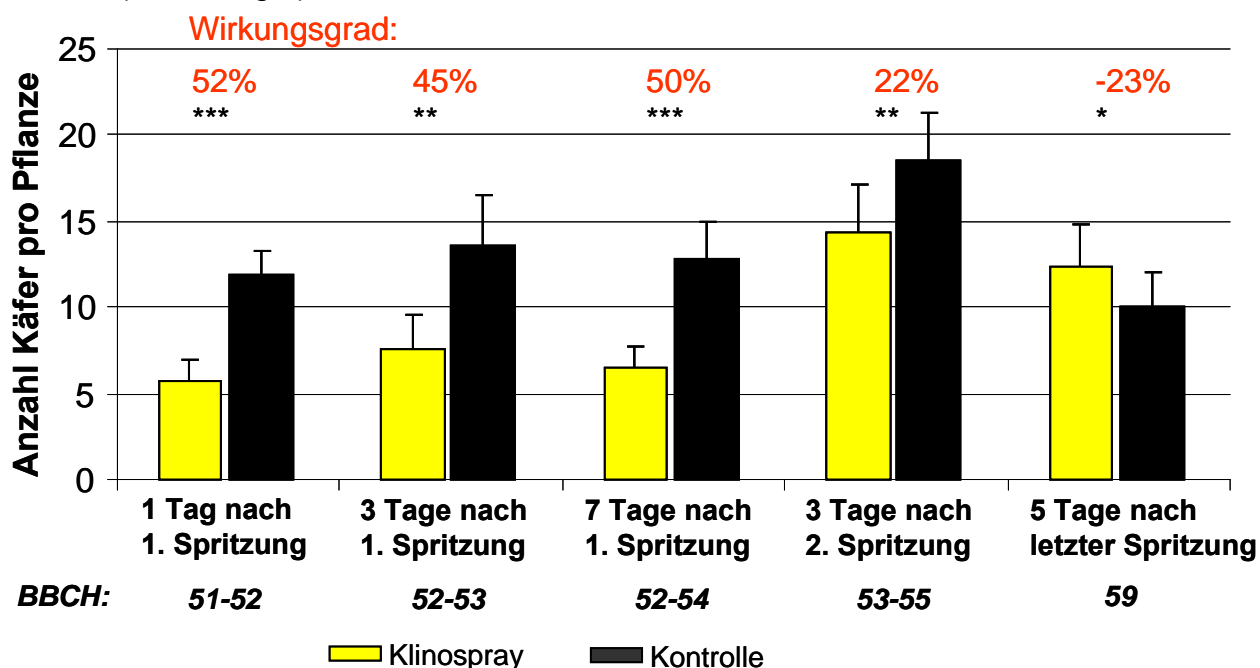


Abbildung 4: Auswirkung der Klinospray-Applikation auf die Anzahl Käfer pro Pflanze (Statistik two way Anova; Tag 1: Feld: $F_{5,5}=10.4$, $p=0.01$; Verfahren $F_{1,5}=53.2$, $p<0.001$; Tag 3: Feld: $F_{5,6}=16.0$, $p=0.002$; Verfahren $F_{1,6}=23.5$, $p=0.003$; Tag 7: Feld: $F_{5,5}=14.1$, $p=0.006$; Verfahren $F_{1,5}=52.9$, $p<0.001$; Tag 3: Feld: $F_{5,6}=33.4$, $p<0.001$; Verfahren $F_{1,6}=19.1$, $p=0.004$; Tag 5: Feld: $F_{5,6}=22.1$, $p<0.001$; Verfahren $F_{1,6}=6.8$, $p=0.04$; alle Unterschiede signifikant: * $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$; Fehlerbalken kennzeichnen die Streuung zwischen den Standorten).

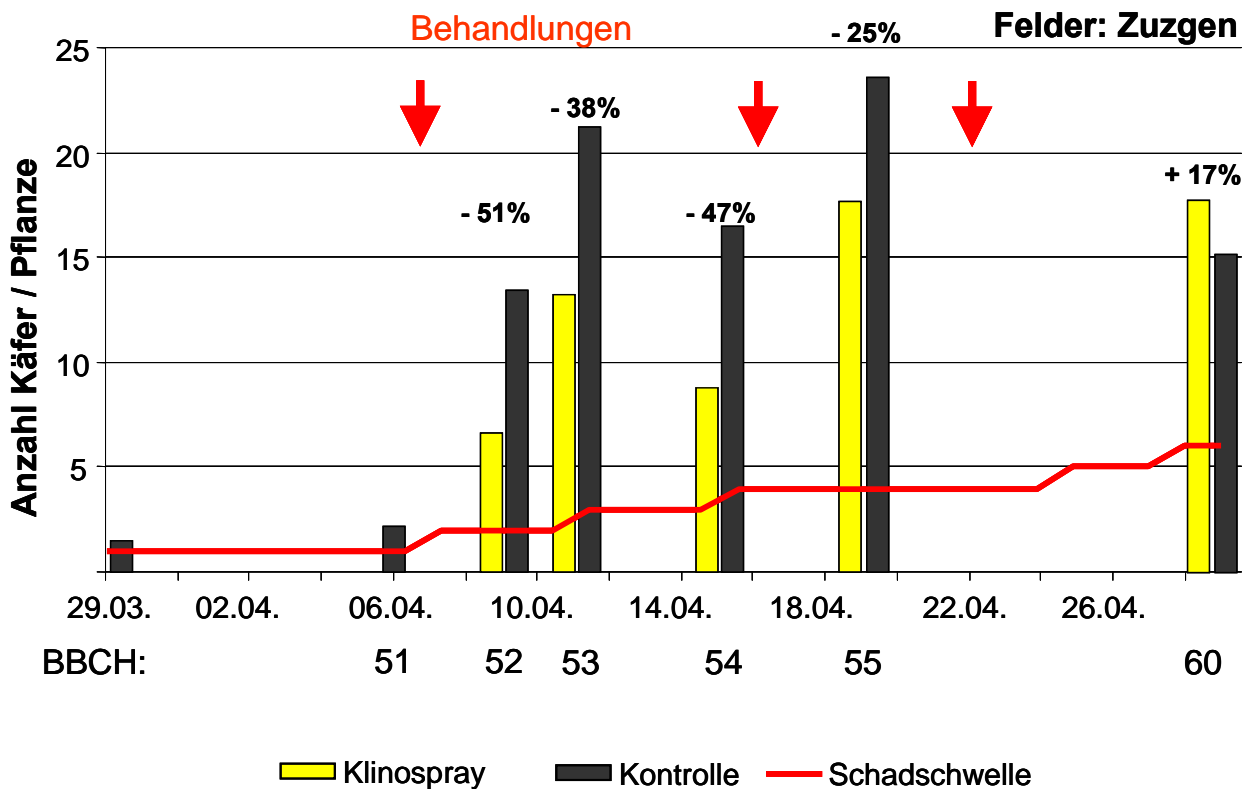


Abbildung 5: Auswirkung der Klinospray-Applikation auf die Anzahl Käfer pro Pflanze auf den Feldern in Zuzgen.

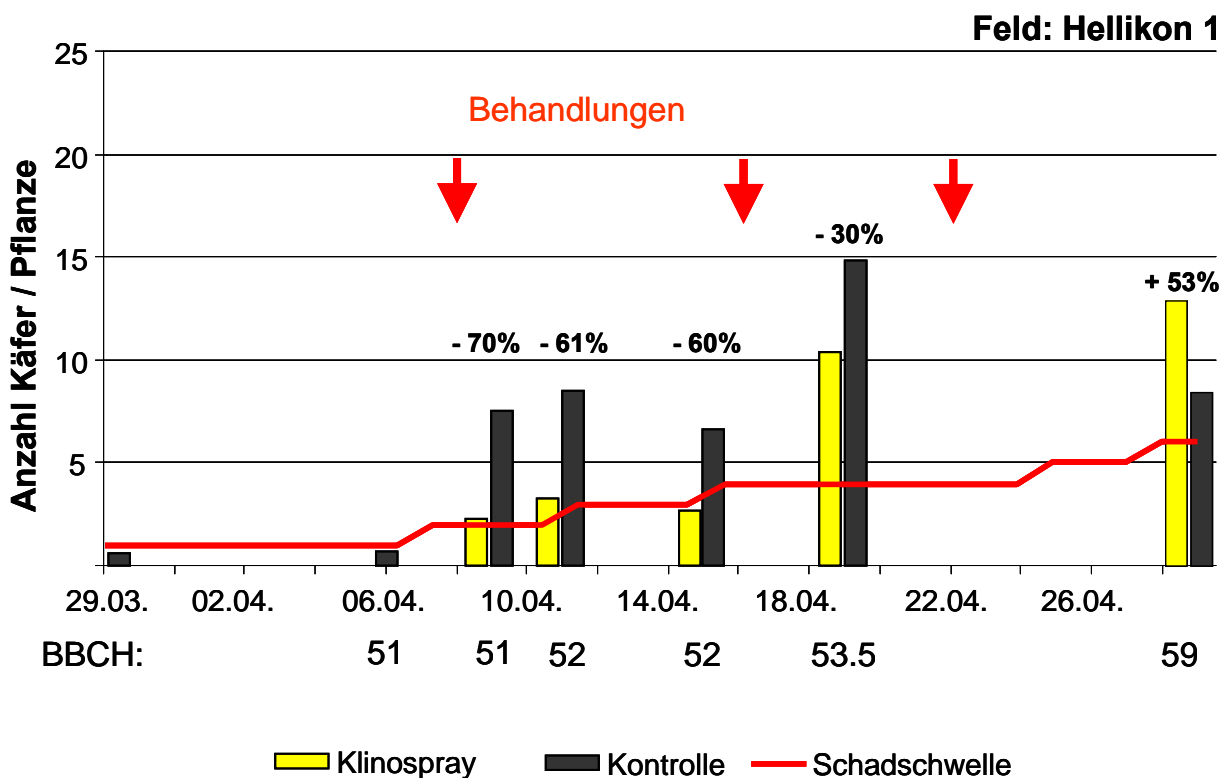


Abbildung 6: Auswirkung der Klinospray-Applikation auf die Anzahl Käfer pro Pflanze auf dem Feld 1 in Hellikon.

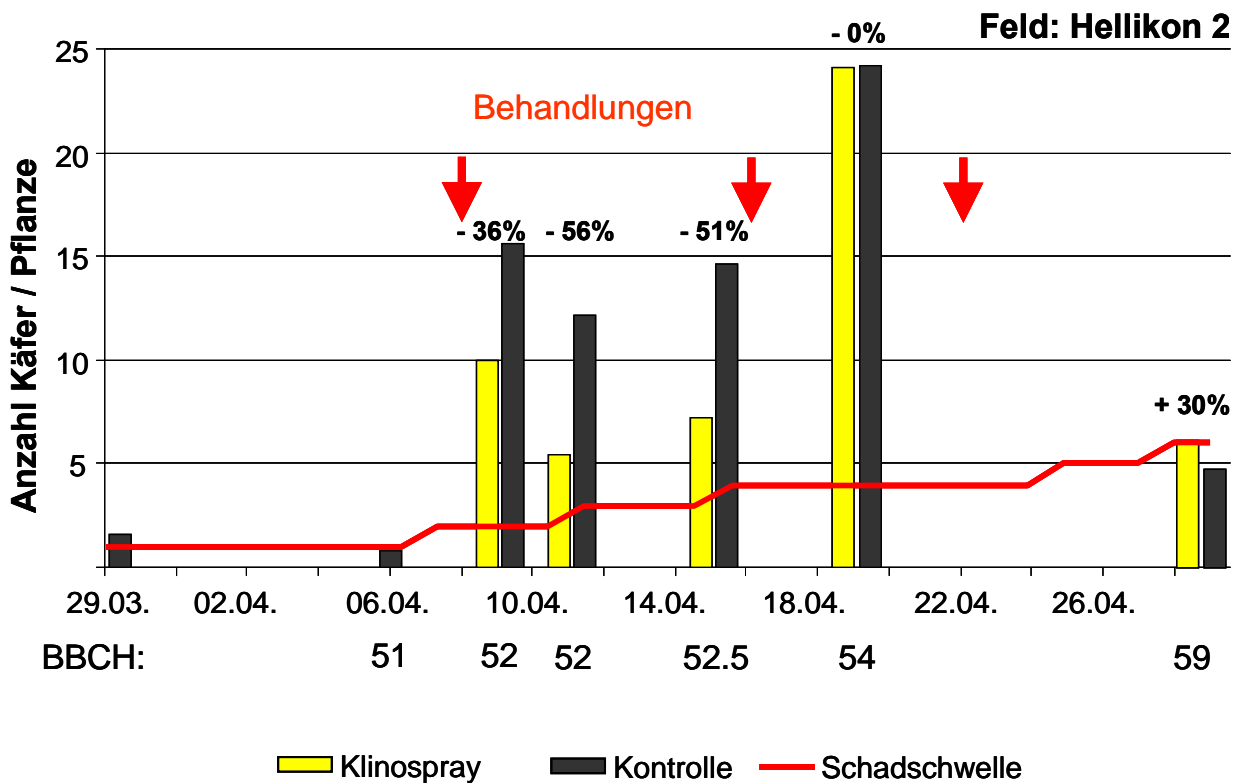


Abbildung 7: Auswirkung der Klinospray-Applikation auf die Anzahl Käfer pro Pflanze auf dem Feld 2 in Hellikon.

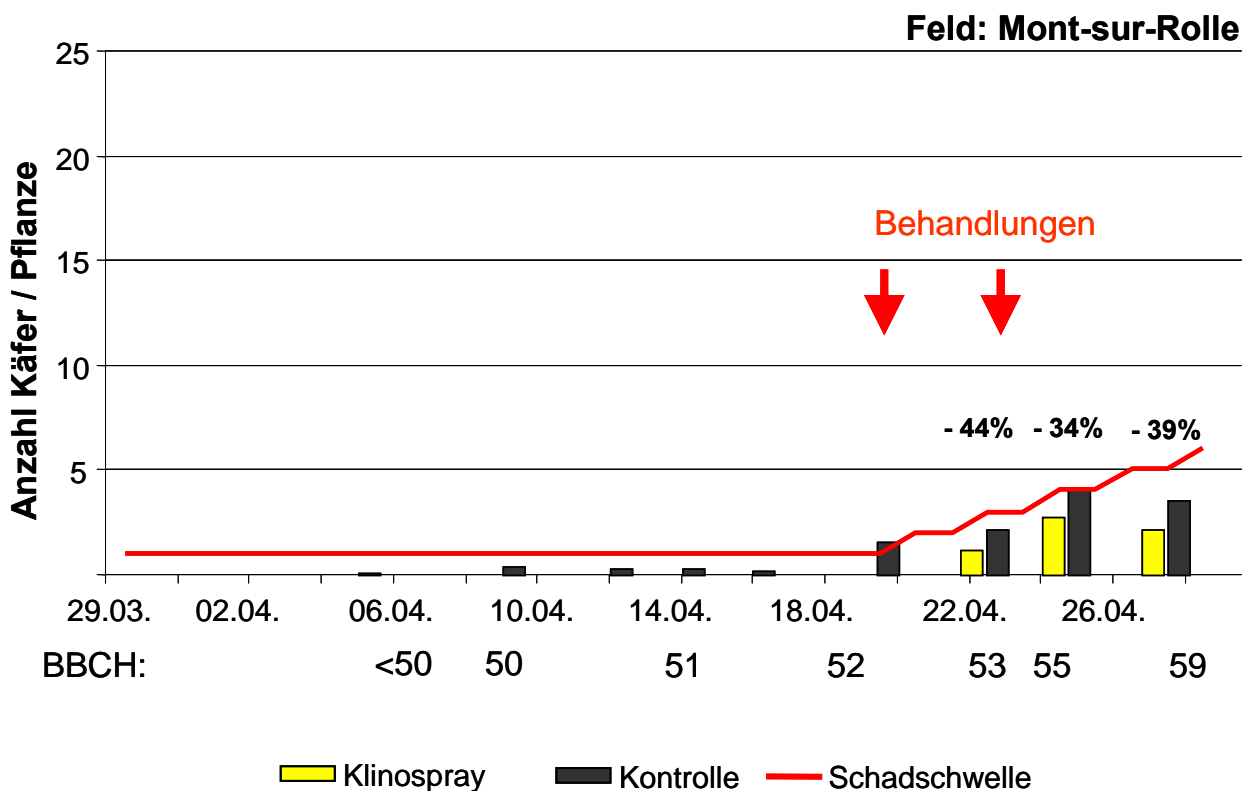


Abbildung 8: Auswirkung der Klinospray-Applikation auf die Anzahl Käfer pro Pflanze auf dem Feld in Mont-sur-Rolle.



Abbildung 9: Blühbeginn am 08.05.10 auf den Rapsfeldern in Zuzgen: die behandelten Parzellen blühen sichtbar stärker.

Um die **Auswirkungen der Klinospray-Applikation auf die Pflanzen** zu erfassen, wurden nach Ende der Blüte Pflanzenproben geschnitten. Die Klinospray-Behandlungen hatten dabei einen signifikanten Einfluss auf das Gewicht der Pflanzen (Statistik two way Anova; Feld: $F_{5,6}=10.3$, $p=0.006$; Verfahren $F_{1,6}=14.3$, $p=0.009$), sowie auf die Anzahl Seitentriebe (Statistik two way Anova; Feld: $F_{5,6}=3.5$, $p=0.08$; Verfahren $F_{1,6}=6.7$, $p=0.04$). In den behandelten Parzellen waren sowohl das Gewicht der Pflanzen (0.369 ± 0.05 kg / Pflanze), wie auch die Anzahl Seitentriebe (12.0 ± 1.0) deutlich grösser als in den unbehandelten Parzellen (0.274 ± 0.03 kg / Pflanze; 10.1 ± 0.5 Seitentriebe / Pflanze). Die Klinospray-Applikationen hatten keinen Einfluss auf die Wuchshöhe der Pflanzen und den Wurzelhalsdurchmesser. Der **Befall mit Stängelrüsslern** (Frassganglänge im Stängelinneren und Symptomausprägung durch geplatzte Stängel) wurde bei der Auswertung ebenfalls mit erfasst: Die Klinospray-Behandlungen hatten keinen Einfluss auf die Frassganglänge (Statistik two way Anova; Feld: $F_{5,6}=3.6$, $p=0.07$; Verfahren $F_{1,6}=1.6$, $p=0.25$), die Symptomausprägung war in den behandelten Parzellen jedoch um 48 % geringer (Statistik two way Anova; Feld: $F_{5,6}=11.3$, $p=0.005$; Verfahren $F_{1,6}=12.2$, $p=0.01$). In den Kontrollparzellen wiesen durchschnittlich $57.9 \pm 7.6\%$ der Pflanzen geplatzte Stängel auf, während in den behandelten Parzellen nur $39.0 \pm 11.1\%$ der Pflanzen geplatzte Stängel hatten.

Über alle Versuchsstandorte gemittelt, war der **Schotenansatz** am Haupttrieb in den behandelten Parzellen 53% höher als in der Kontrolle. Bezogen auf die gesamte Pflanze war der Schotenansatz allerdings nur 9% höher als in der Kontrolle (Abbildung 10).

Bei der Ernte wurden starke Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten gefunden. Auf den stark befallenen Feldern in Zuzgen lag der **Ertrag** in der Kontrolle bei 6.8 dt / ha (Klinospray: 9.1 dt / ha; +34%). Auf dem Feld 2 in Hellikon war der Ertrag ebenfalls sehr niedrig (Kontrolle: 4.1 dt / ha; Klinospray 6.5 dt / ha; + 61%). Beim Feld 1 in Hellikon führten starke Wildschweinschäden in den behandelten Parzellen zu verzerrten Ergebnissen. Die Kontrollparzellen, die sich in der Mitte des Feldes befanden (Abbildung 1: oben links) und weniger durch die Wildschweine geschädigt war, lieferten 26.7 dt / ha; die behandelten Parzellen nur 21.0 dt / ha (-21%). Die Ertragsresultate dieses Feldes wurden daher nicht mit in die Gesamtauswertung einbezogen. Auf dem nur leicht befallenen Feld in Mont-sur-Rolle wurden in der Kontrolle 31.7 dt / ha gedroschen, im Klinospray-Verfahren 35.2 dt / ha (+11%). Im Durchschnitt über alle Felder (ohne

Feld Hellikon 1) lag der Ertrag in den Klinospray-Parzellen bei 13.8 ± 5.6 dt / ha und war signifikant höher (+23%) als der Ertrag in der Kontrolle (11.2 ± 5.2 dt / ha; Abbildung 10).

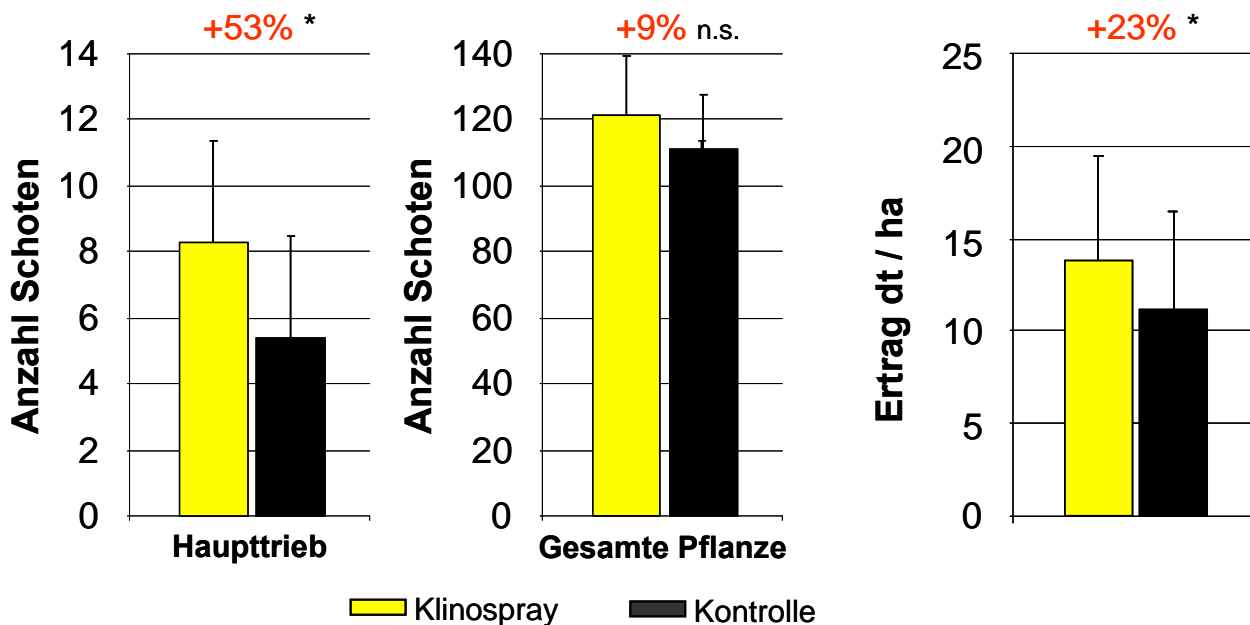


Abbildung 10: Mittlere Anzahl gesunder Schoten pro Haupttrieb (links; Statistik two way Anova; Feld: $F_{5,6}=28.6$, $p<0.001$; Verfahren $F_{1,6}=6.3$, $p=0.05$) und pro Pflanze (Mitte; Statistik two way Anova; Feld: $F_{5,6}=8.9$, $p=0.009$; Verfahren $F_{1,6}=0.94$, $p=0.37$), sowie der Ernteertrag (rechts; Statistik two way Anova; Feld: $F_{4,4}=148.36$, $p<0.001$; Verfahren $F_{1,4}=8.38$, $p=0.04$) aller Versuchsstandorte (Ertrag ohne Feld Hellikon 1) (* Unterschiede signifikant $p<0.05$; Fehlerbalken kennzeichnen die Streuung zwischen den Standorten).

2.3 Versuche in den Kantonen VD und JU

Durch die kantonalen Beratungen in den Kantonen Waadt (Christophe Kündig, Laurent Aguet) und Jura (Emmanuel Brandt, Mélanie Beuret), wurden weitere Versuche angelegt. Das Gesteinsmehl Klinospray wurde in einer Aufwandmenge von 20 kg / ha (mit Netzmittel Heliosol, 2 l / ha) appliziert. Neben dem Einsatz von Klinospray wurde das als Insektizid zugelassene Tonprodukt Surround (Wirkstoff Kaolin, Firma Stähler) in einer Aufwandmenge von 12 kg / ha (1. Applikation) bzw. 20 kg / ha (2. Applikation) mit dem Zusatz eines Haftmittels (Sticker 0.3 l / ha, Firma Stähler) getestet. Weiterhin wurde bei diesen Versuchen auf konventionellen Flächen eine Insektizidbehandlung (Produkt Talstar, Wirkstoff Bifenthrin, Firma Stähler) als Referenz mitgeführt. Details zum Versuchsdesign, geprüften Verfahren und Applikationsterminen sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Die Wetterbedingungen während dieser Versuche waren ebenfalls sehr gut. Der Flugverlauf der Rapsglanzkäfer war ähnlich wie in Mont-sur-Rolle: der Haupteinflug der Rapsglanzkäfer fand erst recht spät (17. bis 20.04.10) und sehr konzentriert statt.

Die Auswirkungen der Applikationen auf die **Anzahl Käfer pro Pflanze** sind in Tabelle 3 dargestellt. Trotz der geringeren Aufwandmenge von Klinospray (20 kg / ha, statt 30 kg / ha), der geringeren Wassermenge (180- 400 l / ha statt 600 l / ha) und der deutlich kleineren Grösse der Versuchsparzellen, lagen die Wirkungsgrade von Klinospray in einem ähnlichen Bereich wie bei den oben beschriebenen Versuchen: ein bis drei Tage nach der Behandlung wurde ein Wirkungsgrad von etwa 45 % beobachtet. Ebenso wie weiter oben beschrieben, nahm auch in diesen Versuchen der Wirkungsgrad mit zunehmender Pflanzenentwicklung ab (30%).

Ein bis drei Tage nach der Behandlung war der Wirkungsgrad von Surround (42%) vergleichbar mit dem Wirkungsgrad von Klinospray. Im Gegensatz zur Klinospray-Behandlung nahm bei Surround der Wirkungsgrad jedoch mit zunehmender Pflanzenentwicklung kaum ab und lag sieben Tage nach der letzten Behandlung immer noch bei 45%. Ob diese Beobachtung an den beiden Versuchsprodukten oder an den unterschiedlichen Netz- und Haftmitteln liegt, muss in weiteren Versuchen geprüft werden. Eine einmalige Behandlung mit dem Pyrethroid Talstar hatte eine signifikant bessere Wirkung als die zweimaligen Behandlungen mit Klinospray und Surround. Der Wirkungsgrad lag sieben Tage nach der Talstar-Behandlung immer noch bei knapp 90%.

Der **Schotenansatz** der Pflanzen wurde nur beim Versuch in Moudon erfasst. Mit 149.09 ± 16.9 Schoten pro Pflanze war der Schotenansatz im Klinospray-Verfahren 10% niedriger als in der Kontrolle (165.2 ± 6.3). Trotz der sehr guten Wirkung gegen die Rapsglanzkäfer war der Schotenansatz bei den Talstar-behandelten Pflanzen (197.9 ± 36.7) nur 20% höher als in der Kontrolle.

Der **Ertrag** der einzelnen Verfahren wurde nicht separat erfasst. Der Totalertrag in Moudon lag bei 32.3 dt / ha.

Tabelle 2: Details der Versuche in Moudon (VD), Courroux (JU) und Curtilles (VD): Sorte, Versuchsdesign, Verfahren, Aufwandmengen und Applikationstermine

Standort		Moudon (VD)	Courroux (JU)	Curtilles (VD)
Sorte		Trabant	Robust	Ladoga
Anz. Whlg.		4	4	2
Versuchsdesign		Randomized	Randomized	Streifen
Parzellengrösse		30m ²	30m ²	600m ²
Wassermenge		200	400	180
Druck		2.2	2.2	3.2
Verfahren:				
	1) Kontrolle	x	x	x
	2) Klinospray + Heliosol 20 kg + 2 l / ha	x	x	x
	3) Surround + Sticker 12 ¹ /20 ² kg + 0.3 l / ha	x	x	-
	4) Talstar 0.2 l / ha	x	x	x
Spritztermine (Verfahrensnr) / BBCH / Käfer pro Pflanze		06.04.10 (2, 3) / 51-53 / 1 16.04.10 (alle) / 57 / 13.8	07.04.10 (2, 3) / 50 / 0.6 14.04.10 (alle) / 52 / 1.48	07.04.10 (2) / 51 / 1.3 17.04.10 (4) / 52 / 2 19.04.10 (2) / 57 / 1.5

(¹: 1. Applikation; ²: 2. Applikation)

Tabelle 3: Resultate der Versuche in Moudon (VD), Courroux (JU) und Curtilles (VD): Anzahl Rapsglanzkäfer pro Pflanze und Wirkungsgrad nach den Behandlungen (Statistik one way Anova; 19.4.: $F_{3,12}=26.4$, $p<0.001$; 23.4.: $F_{3,12}=38.7$, $p<0.001$; 15.4.: $F_{3,12}=24.2$, $p<0.001$; 22.4.: $F_{3,12}=35.1$, $p<0.001$; Tukey-HSD-Test, $\alpha=0.05$, [unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede]).

Standort	Moudon (VD)				Courroux (JU)				Curtilles (VD)		Gesamt	
BBCH	57		59		52		57		57			
Datum /	19.4.10 / 3		23.4.10 / 7		15.04.2010 / 1		22.4.10 / 8		21.4.10 / 2,4		1-3	7-8
Tage nach Behandlg												
	Käfer/Pflanze	%WG	Käfer/Pflanze	%WG	Käfer/Pflanze	%WG	Käfer/Pflanze	%WG	Käfer/Pflanze	%WG	%WG	%WG
Kontrolle	17.64 [a]		19.72 [a]		0.93 [a]		7.19 [a]		11.38			
Klinospray + Heliosol	10.24 [b]	42.0	13.18 [b]	33.2	0.50 [b]	45.7	5.42 [ab]	24.7	5.86	48.5	45.4	29.0
Surround + Sticker	10.03 [b]	43.1	11.17 [b]	43.4	0.54 [b]	41.3	3.92 [b]	45.6	-	-	42.2	44.5
Talstar	3.82 [c]	78.3	2.26 [c]	88.6	0.04 [c]	95.7	0.83 [c]	88.6	5.78	49.2	74.4	88.6

2.4 Fazit Gesteinsmehlversuche

Die **Applikation** von 30 kg Klinospray mit dem Zusatz von 2 l Heliosol und 600 l Wasser pro Hektar war problemlos mit einer normalen Feldspritze (rote Düsen 110 04, 3 bar, 3.5 km/h) möglich. Im Stadium 51 BBCH wurde damit ein dichter Gesteinsmehlbelag auf den Knospen erzielt. Bei den folgenden Applikationen war der Spritzbelag jedoch teilweise ungenügend: bei gestreckten Blütenständen waren nicht mehr alle Knospen mit einer Gesteinsmehlschicht bedeckt.

Unter den trockenen Witterungsbedingungen im Jahr 2010 konnte der **Besatz mit Rapsglanzkäfern** durch die Applikationen um 45-50% reduziert werden, wobei der Wirkungsgrad mit fortschreitender Pflanzenentwicklung abnahm, was auf den ungenügenden Belag zurückzuführen sein kann. Die Versuche wurden an 6 Standorten mit unterschiedlichen Witterungs- und Bodenbedingungen, sowie mit verschiedenen Rapsorten durchgeführt. Trotz der unterschiedlichen Aufwandmengen (20-30 kg Klinospray / ha; 180-600 l Wasser / ha) waren die Resultate an allen 6 Versuchsstandorten ähnlich. Neben der Auswirkung auf die Käferanzahl pro Pflanze wurden an allen Standorten auch Auswirkungen auf die **Mobilität der Käfer** beobachtet. Die Käfer in den behandelten Parzellen waren deutlich träger und weniger flugaktiv als die Käfer in den Kontrollparzellen.

An drei von sechs Versuchsstandorten wurde der **Schotenansatz** und der Ertrag erfasst: Die reduzierte Anzahl Käfer und die reduzierte Mobilität der verbleibenden Tiere resultierte offensichtlich in einer geringeren Frassleistung: der Schotenansatz an den Haupttrieben in den behandelten Parzellen war signifikant höher als in den Kontrollparzellen. Durch die Kompensation an den Seitentrieben liess sich dieser Effekt beim Schotenansatz an der Gesamtpflanze jedoch nicht mehr nachweisen. Der **Ertrag** konnte durch die Behandlungen signifikant um 23% erhöht werden. Auf den stark befallenen Parzellen in Zuzgen (15-25 Rapsglanzkäfer / Pflanze) war jedoch das Ertragsniveau insgesamt so niedrig (Kontrolle: 6.8 dt / ha; Klinospray: 9.1 dt / ha; +34%), dass trotz des Ertragszuwachses nicht von einem agronomischen Erfolg gesprochen werden kann. Auf der schwach befallenen Parzelle in Mont-sur-Rolle (2-6 Rapsglanzkäfer pro Pflanze) war das Ertragsniveau in der Kontrolle sehr hoch (31.7 dt / ha) und konnte aber dennoch durch die Klinospray-Behandlungen um 3.5 dt / ha auf insgesamt 35.2 dt / ha erhöht werden.

Der Belag mit Gesteinsmehl hatte einen positiven **Einfluss auf die Pflanzenentwicklung**: Pflanzen in den behandelten Parzellen waren schwerer und wiesen mehr Seitentriebe auf. Zudem wurden die Symptome des **Stängelrüsslerbefalls** gemildert: Die Gesteinsmehlbehandlungen fanden zwar deutlich nach Flugbeginn und Eiablage der Stängelrüssler statt, folglich wurde der Befall mit Stängelrüsslern (Länge der Frassgänge im Stängelinneren) auch nicht reduziert. Die äusserlichen Symptome (geplatzte & gekrümmte Stängel) waren jedoch in den Gesteinsmehlparzellen signifikant geringer als in den Kontrollparzellen.

Bei einem **Preis** von 60 CHF / 25 kg Klinospray und 18 CHF / l Heliosol ergeben sich für die dreimalige Behandlung mit 30 kg Klinospray und 2 l Heliosol Produktkosten von 324 CHF pro Hektar. Geht man von Arbeitskosten von 45 CHF pro Applikation aus, muss für einen kostendeckenden Einsatz der Ertragszuwachs bei mindestens 2.3 dt / ha (Bio; Produzentenpreis 200 CHF / dt) bzw. 4.6 dt / ha (IP-SUISSE; Produzentenpreis 100 CHF / dt) betragen. Unter den Bedingungen der Versuche auf den IP-SUISSE Parzellen in Zuzgen, Hellikon und Mont-sur-Rolle war der Einsatz von Klinospray also wirtschaftlich nicht sinnvoll. Bei einem sehr hohen Befallsdruck ist also die Wirkung von

Klinospray nicht ausreichend. Bei einem sehr niedrigen Befallsdruck ist auch nur ein geringer Ertragszuwachs zu erwarten, der meist die Kosten nicht deckt. In weiteren Versuchen bleibt zu klären, ob der Einsatz von Klinospray bei einem mittleren Befallsdruck wirtschaftlich sinnvoll ist. Zudem muss untersucht werden, ob der Zusatz eines andern Netz- und Haftmittels die Wirkung verbessern kann.

3. Wechselwirkung von Düngung und Rapsglanzkäferbefall

In den Gesteinsmehlversuchen der vorangegangenen Jahre wurde beobachtet, dass gestäubtes Gesteinsmehl die Anzahl Käfer zwar während 10 Tagen um bis zu 80% reduzieren konnte, Auswirkungen auf den Ertrag jedoch ausblieben. Scheinbar war der Rapsglanzkäfer unter Biobedingungen nicht der ertragslimitierende Faktor. Um diese Hypothese zu überprüfen und um die Wechselwirkungen von Schädlingsbefall und Düngung genauer beschreiben zu können, wurden im Frühjahr 2010 Exaktversuche auf zwei Bio- und zwei IP-Suisse- Feldern angelegt.

Bei diesen Versuchen wurden im zeitigen Frühjahr zuerst zwei Düngerstufen (Betriebsüblich und betriebsüblich + 50kg N / ha) eingestellt. Die einzelnen Düngerparzellen wurden dann bei Flugbeginn der Rapsglanzkäfer nochmals geteilt: mit Netzabdeckung zum Ausschluss der Rapsglanzkäfer und ohne Netzabdeckung mit natürlichen Rapsglanzkäferbefall. Ziel der Versuche war es, die Wechselwirkung zwischen Düngerniveau und Schädlingsbefall zu beschreiben.

3.1 Material & Methoden

Versuchstandorte

Die Versuche wurden auf 4 Feldern (2 Bio und 2 IP-SUISSE- Felder) an den Standorten Leibstadt AG (Bio), Full-Reuenthal AG (Bio), Zuzgen AG (IP) und Hellikon AG (IP) durchgeführt. Die agronomischen Angaben der Parzellen sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Von den vier Feldern kam allerdings nur der Versuch in Leibstadt bis zur Ernte. Das Versuchsfeld in Full-Reuenthal wurde kurz nach Installation der Netze aufgegeben, als erkennbar wurde, dass 90% der Pflanzen starke, kaum kompensierbare Frostschäden aufwiesen. Auch das Feld in Hellikon wies einige Frostschäden auf. Hinzu kam an diesem Standort, dass die Parzellen durch den starken Rapsglanzkäferdruck bis im Juli blühten. Gleiches traf auf das Versuchsfeld in Zuzgen zu. Daher wurde an diesen Standorten auf die aufwändige parzellenweise Ernte verzichtet. Der Schotenansatz der Pflanzen konnte jedoch in Hellikon und Zuzgen noch erhoben werden.

Tabelle 4: Agronomische Daten

Produzent	Vorkultur	Saattermin	Saatmenge (kg/ha)	Sorte	Reihenabstand	Düngung: kg N im Herbst	Düngung: kg N im Frühjahr
Leibstadt AG	Getreide	29.08.09	3.2	Aviso	50 cm	35	78 / 128
Full-Reuenthal AG	Getreide	29.08.09	3.2	Robust	50 cm	35	78 / 128
Zuzgen AG	Getreide	01.09.09	5.0	Talent	13.5 cm	30	129 / 179
Hellikon AG	Getreide	31.08.09	4.0	Cosmos	7.5 cm	56	118 / 168

Versuchsdesign

Die Versuche wurden auf allen vier Feldern mit jeweils vier Wiederholungen in identischem Versuchsdesign angelegt. Eine schematische Darstellung des Versuchsdesigns ist in Abbildung 11 gezeigt. Die einzelnen Düngerparzellen waren 26 m² (6.5 x 4 m) gross. Jeweils eine knappe Hälfte der Düngerparzellen wurde mit einem engmaschigen Insektenschutznetz (Filbio; Netzfläche 7.5 m², 2.5 x 3 m) vor dem Einflug der Raps-

glanzkäfer abgedeckt. Im Zentrum dieser Flächen lagen die Ernteparzellen mit einer Grösse von 2.25 m² (1.5 x 1.5 m; Abbildung 12).

Die Ausbringung der zusätzlichen Düngergabe von 50 kg N / ha erfolgte am 16.03.10 (Hellikon & Zuzgen) bzw. am 18.03.10 (Leibstadt & Full-Reuenthal). Auf den Biofeldern wurde dafür der Dünger Biorga Quick (12%N) verwendet. Ausgehend von einer maximalen Düngernutzung von 70% wurden 596 kg Biorga pro Hektar (= 1.548 kg / 26 m² = 50 kg N / ha) ausgebracht. Auf den beiden IP-SUISSE-Feldern wurde Ammonsalpeter (27.5% N) in einer Menge von 182 kg / ha (= 473 g / 26m² = 50 kg N / ha) ausgebracht.

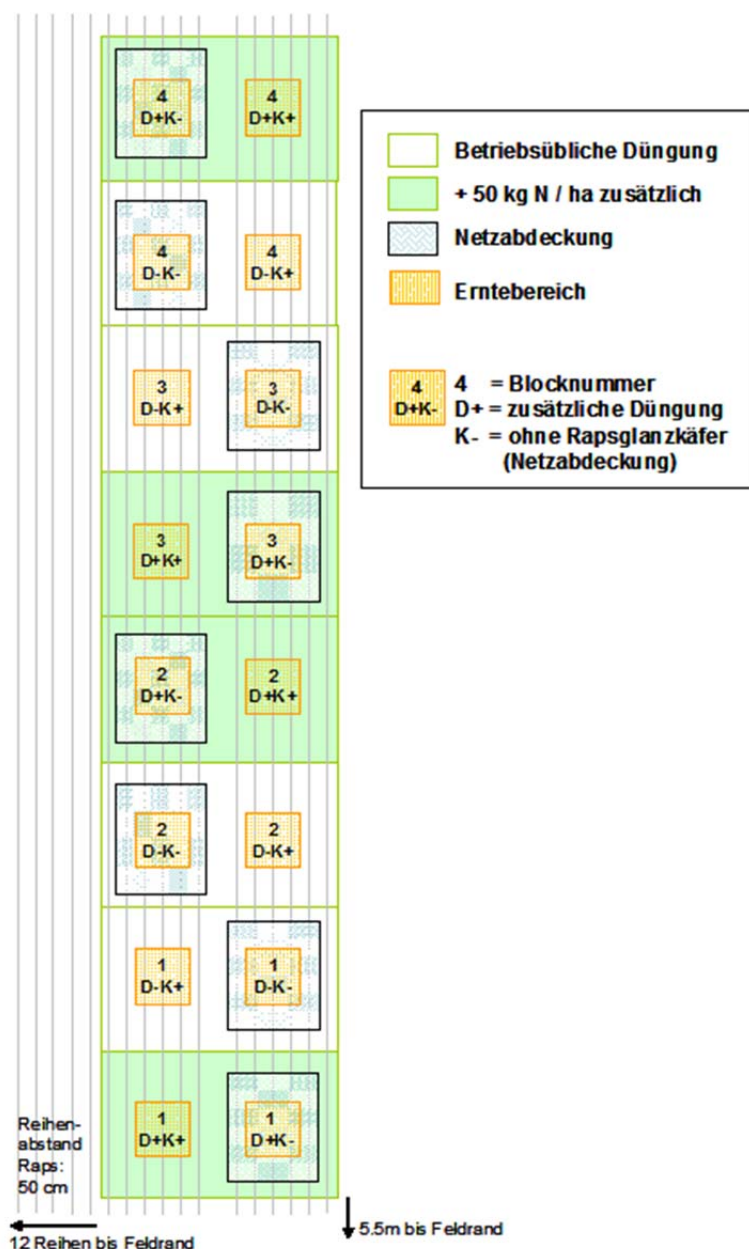


Abbildung 11: Skizze des Versuchsdesigns an den Standorten Leibstadt, Full-Reuenthal, Hellikon und Zuzgen.

den waren. Am 20.03.10, 17.00 Uhr wurden diese Netze wieder entfernt, da sich eine Schlechtwetterfront mit sinkenden Temperaturen ankündigte und vorerst keine weitere Rapsglanzkäferaktivität zu erwarten war. Am 22.03.10 wurden die Netze in Zuzgen und

Zur Überwachung des Flugbeginns der Rapsglanzkäfer wurden bei der Düngung Gelbfallen montiert. Mit einem Einflug der Rapsglanzkäfer in die Felder ist bei Temperaturen von über 15°C zu rechnen. Der Wetterbericht, wie auch die Gelbfallen wurden laufend überwacht, um die Netze so knapp wie möglich vor dem Flugbeginn zu montieren. Diese kurzfristige Montage hatte zwei Gründe: Erstens sollten die Netze möglichst kurz auf den Parzellen liegen, um die Pflanzen möglichst wenig den Einflüssen des veränderten Mikroklimas unter den Netzen auszusetzen; Zweitens sollte den Stängelrüsslern, die schon bei niedrigeren Temperaturen mit der Einwanderung in die Felder beginnen, Gelegenheit gegeben werden, auch die abgedeckten Parzellen zu besiedeln, da sonst die Faktoren Stängelrüsslerbefall und Rapsglanzkäferbefall bei der Auswertung nicht auseinander gehalten werden können. Die Fallen wurden am 29.03.10 wieder entfernt.

Die Montage der Netze erfolgte am 19.03.10, 10.00 Uhr auf den Feldern in Zuzgen, nachdem dort die ersten Rapsglanzkäfer an den Fallen beobachtet worden waren.

Hellikon wieder montiert, einen Tag später, am 23.03.10 auch die Netze in Leibstadt (Abbildung 12) und Full-Reuenthal. Die Netzränder wurden eingegraben. Um das Pflanzenwachstum nicht zu behindern, wurden die Netzränder regelmässig gelockert und die Netze angehoben. Um die Bestäubung der Blüten nicht zu behindern, wurden die Netze kurz nach Blühbeginn des Haupttriebs (Stadium 63 BBCH) wieder entfernt (Leibstadt: 28.04.10; Zuzgen & Hellikon: 04.05.10)



Abbildung 12: Die Ernteparzellen wurden mit gelbem Vogelschreckband (links) schon bei Vegetationsbeginn markiert. Versuchsanlage mit Netzabdeckung auf dem Feld in Leibstadt am 12.04.2010 (rechts).

Auswertungen

Die **klimatischen Bedingungen** im Untersuchungszeitraum wurden mit einer Campbell CR10X Wetterstation am Standort Frick aufgezeichnet (www.agrometeo.ch). Mit der Montage der Netze in Zuzgen am 22.03.10 wurden auch zwei Datalogger zur Überwachung des Mikroklimas (Temperatur und Luftfeuchte) im Pflanzenbestand unter der Netzabdeckung sowie in der angrenzenden Parzelle ohne Netzabdeckung montiert. Die Datalogger wurden am 14.04.10 entfernt und ausgelesen.

Am 25.02.10 (Hellikon, Zuzgen) bzw. am 15.03.10 (Leibstadt, Full-Reuenthal) wurde der **Zustand der Versuchsfelder** erfasst. Der Deckungsgrad mit Rapspflanzen und Unkraut wurde an 5 Stellen im Feld geschätzt. Die Leitunkrautarten wurden bestimmt. Der Wurzelhalsdurchmesser der Rapspflanzen wurde an jeweils 25 Pflanzen erfasst.

Der **Flugbeginn der Käfer** wurde mit Gelbfallen kontrolliert. Die Fallen wurden am 16.03.10 (Zuzgen, Hellikon) bzw. am 18.03.10 (Leibstadt, Full-Reuenthal) montiert. Die **Anzahl Käfer pro Pflanze** wurde mit regelmässigen Auszählungen an 5 Pflanzen in jeder Kontrollparzellen überwacht. Die Auszählungen wurden jeweils am späten Vormittag durchgeführt. Unter den Netzen fand keine Auszählung des Käferbesatzes statt, um die Netze nicht öffnen zu müssen.

Um die **Auswirkungen der zusätzlichen Düngung und der Netzabdeckung auf die Pflanzen** zu erfassen, wurde der Entwicklungsstand der Pflanzen bei jeder Klopffprobe erfasst. Nach Ende der Blüte (Leibstadt: 04.06.10; Zuzgen: 11.06.10; Hellikon: 23.06.10) wurden die Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter und die Pflanzenhöhe erfasst. Zudem wurden 10 Pflanzen pro Versuchsparzelle entnommen, an denen das Gewicht pro Pflanze, der Wurzelhalsdurchmesser, sowie die Anzahl Seitentriebe bestimmt wur-

den. Der Befall mit Stängelrüssler, Schotenmücke und die Symptome der Knospenwelke wurden ebenfalls erfasst.

Um den **vom Rapsglanzkäfer verursachten Schaden** zu bestimmen, wurde bei den entnommenen Pflanzen der **Schotenansatz** sowie die Anzahl Stiele ohne Schoten (=vom Käfer geschädigte Blüten) an jeder Pflanze gezählt.

Bei der **Ernte** am 08.07.10 wurden die Pflanzen in den Ernteparzellen unterhalb der untersten Seitentriebe abgeschnitten und in Leinensäcke verpackt. Die Aufbereitung und Nachtrocknung sowie das Dreschen der Proben erfolgte an der agroscope ART Reckenholz. Ertrag, Feuchtigkeit und Tausendkorngewicht (TKG) wurden bestimmt.

Die **statistische Auswertung** erfolgte mit dem Programm JMP5.0.1.. Die Daten der Standorte Hellikon, Zuzgen (beides IP-SUISSE-Felder) wurden zusammengefasst. Die Daten des Feldes in Leibstadt (Bio-Feld) wurden separat analysiert. Die Daten wurden mit einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse (Faktoren: Düngung, Netz, Feld, Block, DüngungxNetz) ausgewertet. Normalverteilung und Varianzhomogenität der Residuen wurde geprüft. Sofern nötig wurden die Daten $[\log(x+1)]$ -transformiert. Im Text und in den Graphiken sind die Resultate als Mittelwert mit Standardfehler angegeben.

3.2 Resultate & Diskussion

Die **klimatischen Bedingungen** im Versuchszeitraum sind im Abschnitt Gesteinsmehl (Abbildung 2) dargestellt. Unter den Netzen war es über den gesamten Messzeitraum (22.03.10, 15.30 Uhr bis 14.04.10, 14.30 Uhr) durchschnittlich 1.1°C wärmer. Die Luftfeuchte unter den Netzen war 5.7% höher als im umgebenden Bestand.

Der **Zustand der Versuchsfelder** vor Versuchsbeginn ist in Tabelle 5 zusammengefasst. Alle Felder waren frei von Problemunkräutern. Je nach Stärke der Frostschäden lag der Deckungsgrad mit Raps zwischen 8% und 50%. Der Wurzelhalsdurchmesser der Pflanzen lag bei 10 bis 14 mm.

Tabelle 5: Zustand der Felder im Frühjahr vor Versuchsbeginn (Deckungsgrad mit Raps, Unkraut, sowie Leitunkrautarten und Wurzelhalsdurchmesser der Rapspflanzen)

Parzelle	% Deckungsgrad Raps	Wurzelhals-Durchmesser Raps (mm)	% Deckungsgrad Unkraut	Leitunkräuter
Leibstadt AG	38 %	10.0	2%	Vogelmiere
Full-Reuenthal AG	8%	14.0	1%	Vogelmiere
Zuzgen AG	44%	14.4	6%	Veronica, Getreidedurchwuchs
Hellikon AG	50%	14.4	0%	-

Der **Flugbeginn der Rapsglanzkäfer** wurde mit Gelbfallen kontrolliert. Die Fallen wurden am 16.03.10 auf den Feldern in Zuzgen und Hellikon montiert. Am 19.03.10 wurden die ersten Rapsglanzkäfer an den Fallen in Zuzgen gefangen (8 Individuen). In Hellikon traten an diesem Tag noch keine Käfer auf. Drei Tage später am 22.03.10 waren in Zuzgen bereits 50 Käfer / Falle zu finden. Auch in Hellikon hatte der Flug mit 9 Käfern pro Falle an diesem Termin eingesetzt. In Full-Reuenthal und Leibstadt wurden die Fallen am 18.03.10 montiert. Am 23.03.10 wurden an diesen beiden Standorten 50 bzw. 80 Käfer pro Falle gezählt. Der Besatz mit Rapsglanzkäfern an den Pflanzen war in Leibstadt mit durchschnittlich 0.28 Käfern pro Pflanze jedoch noch sehr niedrig. Die Netze wurden am 22./23.03.2010 an allen Standorten montiert.

Die **Anzahl Käfer pro Pflanze** in den Kontrollparzellen wurde mit Klopffproben überwacht. Der Befallsdruck mit Rapsglanzkäfern war an den drei Standorten unterschiedlich hoch (Abbildung 13). Zu Beginn der Blütenentwicklung waren die Käfer vor allem am Standort Hellikon sehr zahlreich. Nachdem das Feld dann nahezu kahlgefressen war, gingen die Käferzahlen gegen Ende der Blütenentwicklung zurück. Am Standort Zuzgen war ein ähnliches Phänomen zu beobachten. In Leibstadt war der Käferbefall deutlich niedriger als an den anderen beiden Standorten.

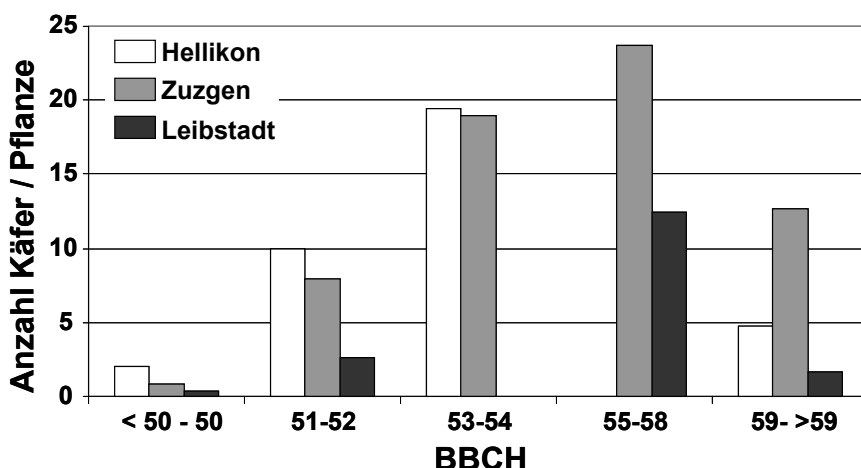


Abbildung 13: Anzahl Rapsglanzkäfer pro Pflanze an den drei Versuchsstandorten zu verschiedenen Zeitpunkten der Knospenentwicklung.

Aufgrund der Unterschiede im Befallsdruck mit Rapsglanzkäfern, wie auch im Anbausystem (Leibstadt: Bio; Zuzgen & Hellikon: IP) und Düngerniveau (Leibstadt: 78 / 128 kg N / ha; Zuzgen: 129 / 179 kg N Hellikon: 118 / 168 kg N), wurden die Resultate des Feldes in Leibstadt separat ausgewertet. Von den Standorten Hellikon und Zuzgen wurden die Resultate für die Auswertung zusammengefasst.

Bio-Feld: Standort Leibstadt

In Abbildung 14 ist die Anzahl **Rapsglanzkäfer in den unabgedeckten Kontrollparzellen** zu den verschiedenen Boniturterminen während der Knospenentwicklung dargestellt. Dabei wurden Unterschiede zwischen den verschiedenen gedüngten Verfahren beobachtet: Zu Beginn der Knospenentwicklung wurden an den weniger gedüngten Parzellen tendenziell mehr Käfer beobachtet als auf den stärker gedüngten Parzellen. Dieses Verhältnis kehrte sich jedoch gegen Ende der Knospenentwicklung um. Die Ursachen für dieses Phänomen sind bisher nicht klar, da zwischen den Pflanzen der stärker und schwächer gedüngten Parzellen kein augenfälliger Unterschied erkennbar war und die Knospenentwicklung in beiden Verfahren gleichmässig verlief. Die Versuche sollen

im kommenden Jahr wiederholt werden, um die Ursachen für diese genauer Beobachtungen zu erfassen.

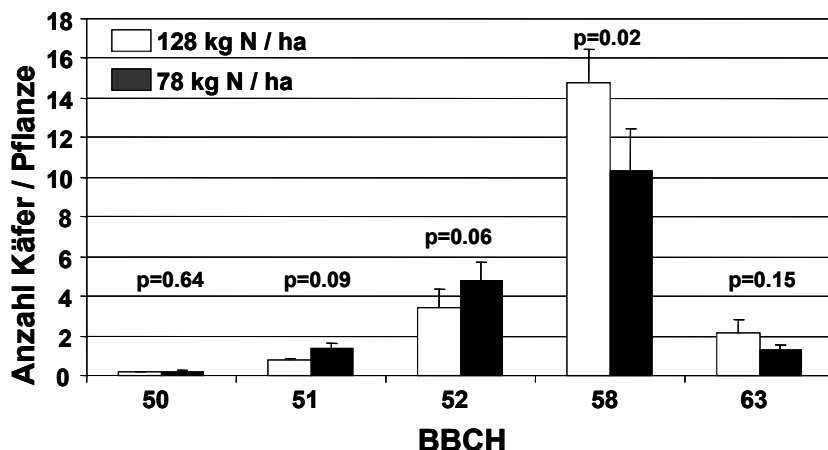


Abbildung 14: Anzahl Rapsgrünkäfer pro Pflanze in den unterschiedlich gedüngten Parzellen in Leibstadt (Statistik two way Anova; BBCH 51: Verfahren $F_{1,3}=6.11$, $p=0.09$, Block $F_{3,3}=1.19$, $p=0.44$; BBCH 5: Verfahren $F_{1,3}=7.80$, $p=0.06$, Block $F_{3,3}=15.78$, $p=0.02$; BBCH 58: Verfahren $F_{1,3}=25.52$, $p=0.02$, Block $F_{3,3}=17.82$, $p=0.02$; BBCH 63: Verfahren $F_{1,3}=3.74$, $p=0.15$, Block $F_{3,3}=3.72$, $p=0.15$).

Die Pflanzen unter der Netzaufdeckung waren weniger vom **Stängelrüssler** geschädigt: die Frassganglänge im Stängelinneren betrug in den Netzparzellen durchschnittlich 70.8 ± 3.0 cm, in den Kontrollparzellen durchschnittlich 77.2 ± 2.7 cm. Stärker gedüngte Pflanzen wiesen grössere Schäden auf (77.3 ± 2.5 cm) als weniger gedüngte Pflanzen (70.7 ± 3.1 cm). Aufgrund der geringen Anzahl Wiederholungen (4), waren die Unterschiede in den meisten Fällen jedoch knapp nicht signifikant (Statistik three way Anova; Netz: $F_{1,10}=4.36$, $p=0.06$; Düngung: $F_{1,10}=4.63$, $p=0.06$; Block $F_{3,10}=3.13$, $p=0.07$). Neben der Frassganglänge ist die äusserliche Symptomausprägung (geplatzte und gebogene Stängel) ein Mass für den Stängelrüsslerbefall. In den Netzparzellen wiesen durchschnittlich $3.8 \pm 1.8\%$ der Pflanzen äusserliche Symptome auf, während in den unabgedeckten Kontrollparzellen $15.0 \pm 5\%$ der Pflanzen Symptome zeigten (Statistik three way Anova; Netz: $F_{1,10}=6.23$, $p=0.03$; Düngung: $F_{1,10}=1.92$, $p=0.20$; Block $F_{3,10}=2.54$, $p=0.11$).

Grund für den geringeren Stängelrüsslerschaden unter der Netzaufdeckung könnte sein, dass die Netze nicht nur die Rapsgrünkäfer, sondern auch die Stängelrüssler an der Einwanderung hinderten. Eine Beeinflussung des Stängelrüsslers durch die Netze war in diesem Versuch eigentlich nicht beabsichtigt. Vielmehr sollte den schon bei sehr niedrigen Temperaturen aktiven Stängelrüsslern durch die möglichst späte Montage der Netze die Einwanderung in die Netzparzellen ermöglicht werden. Offensichtlich war in diesem Jahr die Einwanderung der Stängelrüssler jedoch bei Flugbeginn der Rapsgrünkäfer noch nicht vollständig abgeschlossen.

Bei der Entfernung der Netze in Leibstadt blühten die abgedeckten Parzellen sichtbar stärker (Abbildung 15) und hatten am Haupttrieb bereits erste Schoten angesetzt. Die unabgedeckten Parzellen wiesen noch keinen Schotenansatz, sondern nur „Stielchen“ (Rapsgrünkäferschäden) auf.



Abbildung 15: Blühbeginn in den abgedeckten Parzellen in Leibstadt am 22.04.2010. Am 28.04.2010, nachdem auch in der unabgedeckten Kontrolle erste offene Blüten zu finden waren, wurden die Netze entfernt.

Der **Käferschaden** (Stielchen ohne Schotenansatz) war am Haupttrieb, wie auch an der Gesamtpflanze in den abgedeckten Parzellen signifikant geringer als in den unabgedeckten Parzellen. Die zusätzliche Düngung hatte keinen Einfluss auf den Schaden (Abbildung 16).

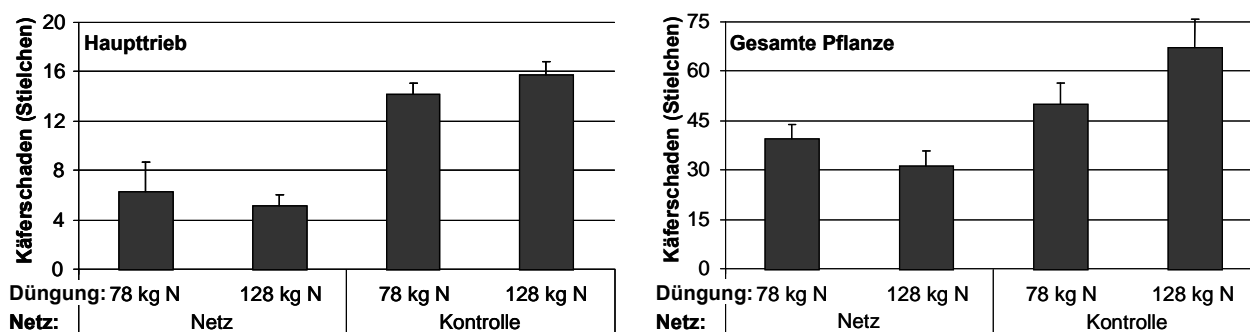


Abbildung 16: Käferschaden (Stielchen ohne Schotenansatz) pro Haupttrieb (links) und pro Pflanze (rechts) in den verschiedenen Verfahren in Leibstadt (Statistik two way Anova; Haupttrieb: Düngung: $F_{1,12}=0.02$, $p=0.89$, Netz: $F_{1,12}=37.83$, $p<0.0001$, Düngung*Netz: $F_{1,12}=0.80$, $p=0.39$; Gesamte Pflanze: Düngung: $F_{1,12}=0.52$, $p=0.49$, Netz: $F_{1,12}=13.53$, $p=0.003$, Düngung*Netz: $F_{1,12}=4.18$, $p=0.06$).

Der **Schotenansatz am Haupttrieb** war in den abgedeckten Parzellen signifikant 60% höher als in den unabgedeckten Kontrollen. Die zusätzliche Düngung hatte keinen Einfluss auf den Schotenansatz am Haupttrieb. Trotz des signifikanten Käferschadens wurden bezüglich des Schotenansatzes an der **gesamten Pflanze** keine signifikanten Unterschiede gefunden. Die unabgedeckten Pflanzen konnten den Schaden am Haupttrieb durch die Bildung zusätzlicher **Seitentriebe** kompensieren. Die Anzahl Seitentriebe war an den unabgedeckten Pflanzen signifikant höher (7.00 ± 0.31 Seitentriebe pro Pflanze) als an den Pflanzen unter Netz (5.33 ± 0.24 Seitentriebe; Statistik two way Anova; Düngung: $F_{1,12}=2.61$, $p=0.13$, Netz: $F_{1,12}=22.10$, $p=0.0005$, Düngung*Netz: $F_{1,12}=2.49$, $p=0.14$).

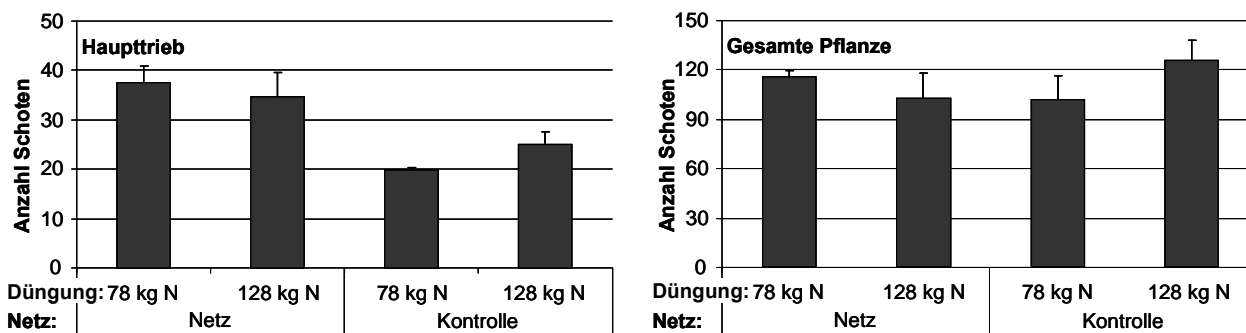


Abbildung 17: Anzahl Schoten pro Haupttrieb (links) und pro Pflanze (rechts) in den verschiedenen Verfahren in Leibstadt (Statistik two way Anova; Haupttrieb: Düngung $F_{1,13}=0.11$, $p=0.74$, Netz $F_{1,13}=16.79$, $p=0.001$; Gesamte Pflanze: Düngung $F_{1,13}=0.18$, $p=0.68$, Netz $F_{1,13}=0.11$, $p=0.74$).

Obwohl der Schotenansatz am Haupttrieb nur 20% (Kontrolle) bzw. 33% (Netz) des Gesamtschotenansatzes ausmachte, wurden 61.3% (R^2) der beobachteten **Ertrags**-schwankungen wurden durch den Schotenansatz am Haupttrieb erklärt (Statistik: Korrelationsanalyse: [Ertrag = $11.9 + 0.43 \cdot \text{Schoten Haupttrieb}$], $F_{1,14}=22.18$, $p=0.0003$). Zwischen dem Ertrag und dem Gesamtschotenansatz sowie zwischen dem Ertrag und dem Tausendkorngewicht gab es keine Korrelation.

Der Ertrag in den abgedeckten Parzellen war signifikant 30% höher als der Ertrag in der unabgedeckten Kontrolle (Abbildung 18). Die Auswirkungen des zusätzlichen Düngers hatten nur einen minimalen, nicht signifikanten Effekt auf den Ertrag (+10%). Dies kann auf die vergleichsweise späte Düngerapplikation zurückzuführen sein: Wegen der anhaltenden Schneedecke konnte der Dünger erst Mitte März ausgebracht werden. Für die Mineralisierung stand bei den kühlen Bodentemperaturen im Frühjahr somit bis zu Blühbeginn (Mitte April) zu wenig Zeit zur Verfügung, um eine gute Düngerwirkung zu erzielen. Die Versuche sollten in kommenden Jahren mit frühzeitigerer Düngerapplikation wiederholt werden. Bei der Ernte-Probenahme wurden die Pflanzen in den Ernteparzellen sehr vorsichtig herausgeschnitten und sofort in ein Leintuch gehüllt und so vom Feld getragen. Der Anteil ausgefallener Samen wurde so auf nahezu Null reduziert. Der gemessene Ertrag von 19.7 dt / ha (Verfahren Kontrolle, 78 kg N) lag daher deutlich über dem Ertrag, der bei der Ernte der restlichen Feldfläche (ca. 1 Woche später mit betriebsüblicher Technik) gemessen wurde (12 dt / ha).

Neben der Kompensation über zusätzliche Seitentriebe fand offensichtlich auch eine Kompensation über das **Tausendkorngewicht** statt: in den Kontrollparzellen war das Tausendkorngewicht signifikant 15% höher als in den abgedeckten Parzellen. Der Dünger hatte keinen Einfluss auf das Tausendkorngewicht.

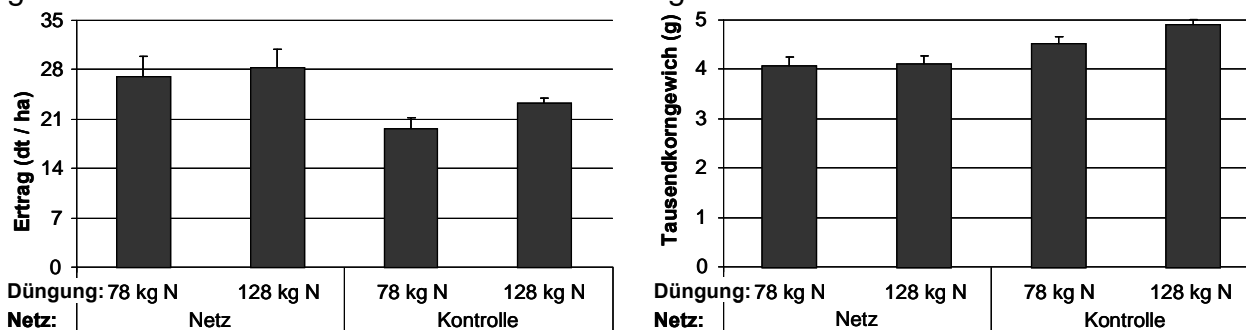


Abbildung 18: Ertrag (links) und Tausendkorngewicht des Ernteguts (rechts) in den verschiedenen Verfahren in Leibstadt (Statistik three way Anova; Ertrag: Düngung $F_{1,10}=2.13$, $p=0.17$, Netz $F_{1,10}=13.19$, $p=0.005$, Block $F_{3,10}=3.11$, $p=0.08$; Tausendkorngewicht: Düngung $F_{1,10}=2.18$, $p=0.17$, Netz $F_{1,10}=18.78$, $p=0.0015$, Block $F_{3,10}=1.45$, $p=0.29$).

Obwohl der Schotenansatz wie auch das Tausendkorngewicht der zusätzlich gedüngten Kontrollparzellen tendenziell am höchsten waren, lag der Ertrag in diesem Verfahren unter dem Ertrag des mit Netz abgedeckten Verfahrens. Diese Beobachtung lässt vermuten, dass die **Samenanzahl pro Schote** zwischen den Verfahren signifikant verschieden war. Die Samenzahl pro Schote wurde nicht explizit erhoben, lässt sich aber aus den Angaben $[\text{Ertrag g} / \text{m}^2] : [\text{Pflanzen} / \text{m}^2] : [\text{Schoten} / \text{Pflanze}] : [\text{Tausendkorngewicht} \cdot 0.001]$ berechnen. In den abgedeckten Parzellen wurden mit 7.93 ± 0.69 Samen / Schote fast doppelt so viel Samen angesetzt wie in den unabgedeckten Parzellen (4.77 ± 0.49 Samen / Schote; Statistik two way Anova; Düngung $F_{1,13}=2.46$, $p=0.14$, Netz $F_{1,13}=15.37$, $p=0.002$). Der höhere Samenansatz ist vermutlich auf die grösseren Reserven an Assimilaten zurückzuführen: Während in den unabgedeckten Parzellen Assimilate benötigt wurden, um nach der Zerstörung der Schoten am Haupttrieb zusätzliche Nebentriebe auszubilden, standen diese Assimilate in den abgedeckten Parzellen für einen höheren Ansatz von Samen pro Schote zur Verfügung.

IP-SUISSE-Felder: Standorte Hellikon & Zuzgen

Im Gegensatz zum Standort Leibstadt waren die Pflanzen unter der Netzabdeckung tendenziell stärker vom **Stängelrüssler** geschädigt: die Frassganglänge im Stängelinernen betrug in den Netzparzellen durchschnittlich 69.8 ± 2.1 cm, in den Kontrollparzellen durchschnittlich 64.1 ± 2.6 cm. Die Düngung hatte keinen Einfluss auf die Frassganglänge, die Unterschiede zwischen den zwei Versuchsstandorten waren jedoch signifikant: In Zuzgen wurden längere Frassgänge (70.1 ± 1.7 cm) beobachtet als in Hellikon (63.8 ± 2.8 cm; Statistik four way Anova; Netz: $F_{1,22}=3.74$, $p=0.07$; Düngung: $F_{1,22}=0.51$, $p=0.48$; Block $F_{6,22}=2.11$, $p=0.09$; Standort: $F_{1,22}=4.65$, $p=0.04$). Neben der Frassganglänge ist die äusserliche Symptomausprägung (geplatzte und gebogene Stängel) ein Mass für den Stängelrüsslerbefall. Im Gegensatz zum Versuch in Leibstadt wurde die Symptomausprägung von keinem Faktor (abgesehen vom Standort) signifikant beeinflusst. Der Grund für die Unterschiede im Vergleich mit dem Standort Leibstadt könnte die wärmere Lage der Felder in Zuzgen und Hellikon sein: durch den früheren Aktivitätsbeginn der Stängelrüssler waren die Netzparzellen offensichtlich schon vor der Abdeckung mit Stängelrüsslern besiedelt.

Die Netze in Zuzgen und Hellikon wurden entfernt, als sich die abgedeckten Pflanzen im Stadium 63 BBCH (=30% der Blüten am Haupttrieb offen) befanden, um eine Insektenbestäubung dieser Pflanzen zu ermöglichen. Zu diesem Zeitpunkt wies die Kontrolle noch keine Blüten auf. Vielmehr waren die Knospen fast vollständig abgefressen. Die Entfernung der Netze führte zu einem sofortigen Überflug der Käfer von der Kontrolle in die zuvor abgedeckten Parzellen, sodass auch dort noch ein gewisser Frassschaden verursacht wurde. Die abgedeckten Parzellen blühten sichtbar stärker (Abbildung 19) als die unabgedeckten Kontrollen, die praktisch nie zur Vollblüte gelangten und noch im Juni einzelne Blüten aufwiesen.

Weder die Abdeckung noch die Düngung hatten einen Einfluss auf den **Käferschaden** (Stielchen ohne Schotenansatz) am Haupttrieb (Abbildung 20). Da zum Probenahmezeitpunkt immer noch Blüten an den Seitentrieben zu finden waren, wurde der Käferschaden nur für den Haupttrieb erhoben.

Der **Schotenansatz** in den abgedeckten Parzellen war **am Haupttrieb** 40 mal und an der **gesamten Pflanze** 3.5 mal höher als in den unabgedeckten Kontrollen. Die zusätzliche Düngung hatte keinen Einfluss (Abbildung 21). Abdeckung und Düngung hatten

keinen Einfluss auf die Anzahl **Seitentriebe** pro Pflanze (Statistik three way Anova; Düngung: $F_{1,28}=0.30$, $p=0.59$, Netz: $F_{1,28}=0.03$ $p=0.86$, Feld: $F_{1,28}=5.29$, $p=0.03$).



Abbildung 19: Vier Tage nach der Entfernung der Netze am 08.05.2010 in Zuzgen: Starke Blüte der abgedeckten Parzellen, kaum Blüten in den unabgedeckten Teilen des Feldes.

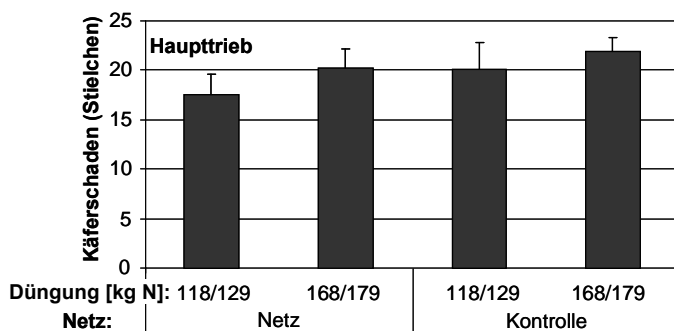


Abbildung 20: Käferschaden (Stielchen ohne Schotenansatz) pro Haupttrieb in den verschiedenen Verfahren in Zuzgen und Hellikon (Statistik three way Anova; Düngung: $F_{1,28}=1.56$, $p=0.22$, Netz: $F_{1,28}=1.34$, $p=0.26$, Feld: $F_{1,28}=8.23$, $p=0.007$).

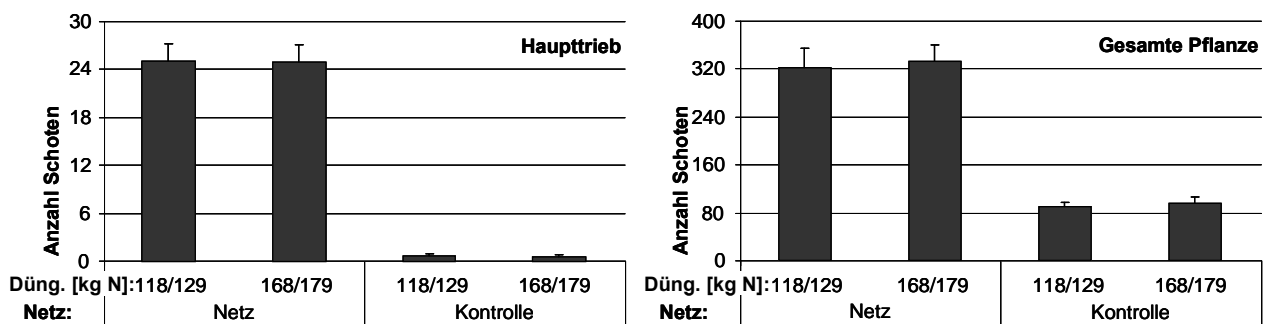


Abbildung 21: Anzahl Schoten pro Haupttrieb (links) und pro Pflanze (rechts) in den verschiedenen Verfahren in Zuzgen und Hellikon (Statistik three way Anova; Haupttrieb: Daten transformiert $[\log(x+1)]$, Düngung $F_{1,28}=0.19$, $p=0.67$, Netz $F_{1,28}=627.06$, $p<0.0001$, Feld $F_{1,28}=0.40$, $p=0.53$; Gesamte Pflanze: Düngung $F_{1,28}=0.10$, $p=0.76$, Netz $F_{1,28}=107.94$, $p<0.0001$, Feld $F_{1,28}=0.23$, $p=0.63$).

3.3 Fazit

Im Jahr 2010 war die Düngerausbringung wegen der Schneedecke erst verhältnismässig spät möglich. Daher waren keine signifikanten Auswirkungen des Düngereinsatzes messbar. Die Versuche werden im Jahr 2011 wiederholt.

Bei dem moderaten Käferbefall (4.1 Käfer / Pflanze im Stadium 52 BBCH; 12.5 Käfer / Pflanze im Stadium 58 BBCH) auf der Bioparzelle in Leibstadt war der Schotenansatz am Haupttrieb in den abgedeckten Parzellen signifikant höher als an den Haupttrieben der unabgedeckten Parzellen. Die Anzahl Seitentriebe war jedoch in den abgedeckten Parzellen signifikant niedriger, sodass sich bezogen auf den Schotenansatz der Gesamtpflanze keine Unterschiede mehr nachweisen liessen. Dies deutet darauf hin, dass die Pflanzen die Rapsglanzkäferschäden kompensierten. Die Assimilate, die die Pflanzen zur Kompensation des Rapsglanzkäferschadens aufwenden mussten, fehlten jedoch im Moment der Samenbildung. In den unabgedeckten Parzellen wurden nur halb so viele Samen pro Schote angesetzt, wie in den abgedeckten Parzellen. Ein Teil dieses Ausfalls konnten die Pflanzen in den unabgedeckten Parzellen durch ein signifikant höheres Tausendkorngewicht wiederum kompensieren. Insgesamt ergab sich in den abgedeckten Parzellen ein signifikant höherer Ertrag.

Bedingt durch das Versuchsdesign war es unter der Netzabdeckung etwas wärmer und feuchter als ohne Abdeckung. Zudem war auch der Stängelrüsslerbefall reduziert. Die beobachteten Unterschiede können also nicht ausschliesslich auf den unterschiedlichen Besatz mit Rapsglanzkäfern zurückgeführt werden.

Bei dem starken, frühen Käferbefall (19.1 Käfer / Pflanze im Stadium 52 BBCH; 8.7 Käfer / Pflanze im Stadium 59 BBCH) auf den IP-SUISSE Feldern in Hellikon und Zuzgen wurde in den unabgedeckten Parzellen praktisch Totalschaden verursacht, sodass die Auswertung des Ertrages nicht mehr möglich war. Der Düngereinfluss war unter diesen Bedingungen nicht signifikant, wohingegen der Einfluss der Netzabdeckung hochsignifikant war.

4. Gelbfallen gegen den grossen Rapsstängelrüssler

Der grosse Rapsstängelrüssler überwintert im Boden der Rapsfelder von wo aus er im nächsten Frühjahr die neuen Rapsfelder besiedelt. Bei einem Nachbau von Raps bzw. wenn der neue Rapsschlag unmittelbar an das Vorjahresfeld grenzt, ist ein erhöhter Befall zu erwarten. Bei C. Villiger, Auw AG, wurde diese Situation schon in den Jahren 2008/2009 beobachtet. Nachdem auch die Rapsparzelle 2009/2010 unmittelbar an die Vorjahresfelder angrenzte, wurde ein Versuch mit Gelbfallen angelegt. Ziel des Versuches war es, die Frage zu klären, ob sich der grosse Rapsstängelrüssler bei der Einwanderung in die Rapsfelder mit Gelbfallen am Feldrand abfangen lässt.

4.1 Material & Methoden

Auf dem Feld von C. Villiger, Auw AG wurden insgesamt 3 Wiederholungen angelegt (Abbildung 22). Am 23.02.2010 wurden in drei Bereichen je 17 Fallen (Rebell®amarillo) im Abstand von je 3.1 m aufgestellt. Die Fallenbereiche wurden von 40 m breiten Lücken, ohne Fallen unterbrochen. Die Erfolgskontrolle erfolgte mit einem paar von Gelbfallen, welches jeweils 5 m feldeinwärts hinter den Zentrum der jeweiligen Versuchsparzelle platziert war. Die Anzahl Stängelrüssler pro Falle wurde 18.03.2010 und am 30.03.2010 ausgezählt. Am 30.03.2010 wurden zudem die Pflanzen auf Eiablagestellen kontrolliert. Nach Ende der Blüte wurden pro Verfahren und Wiederholung 10 Pflanzen herausgeschnitten, an denen die Frassganglänge im Hauptstängel, wie auch in den Seitentrieben im Labor gemessen wurde. Die klimatischen Bedingungen im Untersuchungszeitraum wurden mit einer Luft Opus II Wetterstation am Standort Hünenberg aufgezeichnet (www.agrometeo.ch).

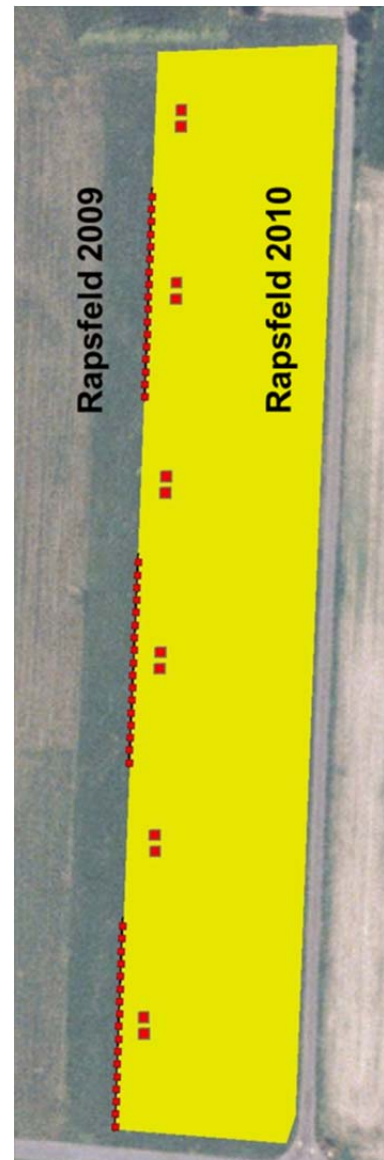


Abbildung 22: Versuchsanordnung auf der Parzelle von C. Villiger, Auw AG (rote Quadrate = Position der Gelbfallen)

4.2 Resultate & Diskussion

Die Wetterdaten im Versuchszeitraum sind in Abbildung 23 dargestellt. Gemäss Literaturangaben schlüpft der grosse Rapsstängelrüssler bei Temperaturen über 6°C aus den Kokons im Boden. Flugfähig sind die Käfer jedoch erst bei Temperaturen über 12°C. Die 12°C-Schwelle wurde am 22.02.2010 erstmals überschritten. Am 23.02.2010 wurden die Fallen montiert. In der folgenden Woche lagen die Tagesmaximaltemperaturen an fast allen Tagen über 12°C. Anfang März folgte eine kühlere Periode. Erst am 18.03.2010 stiegen die Tagesmaximaltemperaturen wieder deutlich über 12°C und blieben bis Versuchsende über diese Schwelle.

Am 18.03.2010 erfolgte die erste Auswertung der Fallenfänge. Dabei zeigten sich bezüglich der Anzahl Stängelrüssler pro Falle keine Verfahrensunterschiede. In der Kontrolle wurden durchschnittlich 23.83 ± 1.64 Stängelrüssler gefangen. Hinter der Gelbfallen-Barriere wurden 26.50 ± 5.00 Individuen gefangen.

Am 30.03.2010 waren deutlich mehr Käfer an den Fallen, die Unterschiede zwischen der Kontrolle (350.67 ± 66.95 Individuen / Falle) und dem Bereich hinter den Fallen (225.33 ± 34.67 Individuen / Falle) waren jedoch nicht signifikant.

Bei der Auszählung der Eiablage am 30.03.2010 wiesen 100% der Pflanzen – sowohl in der Kontrolle, wie auch hinter den Gelbfallen – Einstichstellen auf.

Auch bei der Auswertung der Pflanzenproben wurden keine Unterschiede in der Frassganglänge (Kontrolle: 132.77 ± 9.05 ; Fallen: 110.71 ± 15.74) oder in der Symptomausprägung (Kontrolle: 39.29 ± 14.54 % der Pflanzen mit Symptom; Fallen: 50.00 ± 7.22 %) gefunden.

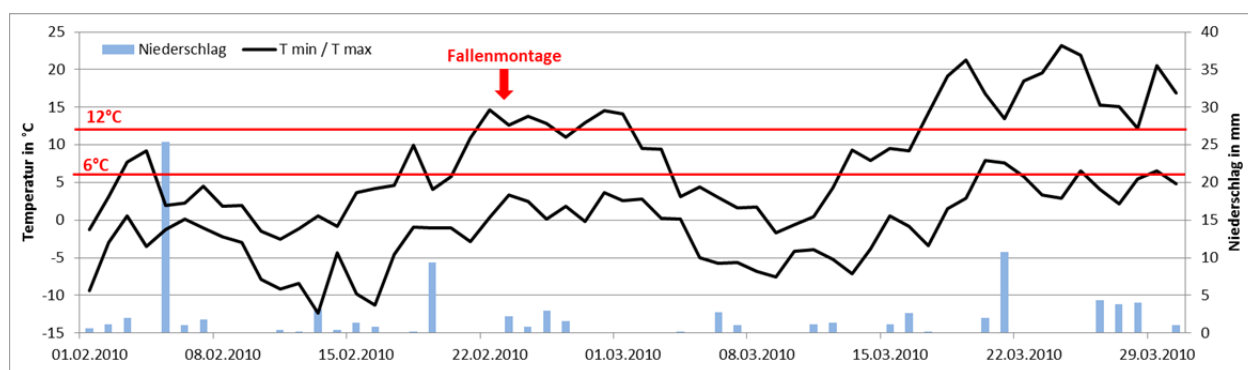


Abbildung 23: Wetterbedingungen im Versuchszeitraum (Standort Hünenberg).

4.3 Fazit:

Der Flug des Stängelrüsslers, wie auch die Frassganglänge in Stängelinneren waren in den Bereichen hinter den Fallen etwas geringer als in der Kontrolle. Insgesamt waren die Effekte jedoch marginal, sodass die Erstellung einer Barriere von gelben Leimfallen am Feldrand in der Praxis nicht sinnvoll ist.

5. Dank

Mein Dank geht an die Bio Suisse, IP-SUISSE, sowie an die Firma Unipoint für die finanzielle Unterstützung der Versuche.

Für die Bereitstellung der Rapsfelder für Versuche, wie auch für die Applikation des Gesteinsmehls und die parzellenweise Ernte danke ich M. Hasler (Hellikon AG), E. Schmid (Zuzgen AG), und C. Hofer (Mont-sur-Rolle VD). Maurice Clerc (FiBL) und Hansueli Dierauer (FiBL) danke ich für die Unterstützung bei der Versuchsdurchführung. Weiterhin danke ich Christophe Kündig und Laurent Aguet (Agrilogie, Grange-Verney, Moudon VD), sowie Mélanie Beuret und Emmanuel Brandt (FRI, Station phytosanitaire du Jura, Courtemelon, JU) für die Durchführung der Versuche in den Kantonen VD und JU. Für die Bereitstellung der Felder für die Netzversuche danke ich R. Stefani (Full-Reuenthal AG), M. Hasler (Hellikon AG) und E. Schmid (Zuzgen AG). Die Versuche mit Gelbfällen gegen den Stängelrüssler wurden auf den Parzellen von C. Villiger Auw AG durchgeführt.

Für die gute Zusammenarbeit und die anregenden fachlichen Diskussionen danke ich Stefan Kühne & Tobias Ludwig (JKI Kleinmachnow), Bernd Ulber & Alexander Döring (Universität Göttingen) Herwart Böhm & Birte Ivens (vTi Trenthorst), Helmuth Saucke (Universität Kassel) sowie Wolfgang Büchs (JKI Braunschweig).

6. Anhang

6.1 Anhang: Kostenrechnung

Tabelle I: Erträge, Produzentenpreise und Anbaubeiträge (Annahme: IP-SUISSE-Prämie = konventioneller Preis + 10 CHF).

	Konventionell	IP-SUISSE	Bio
Ertrag	35 dt/ha	35 dt/ha	25 dt/ha
Produzentenpreis	90 CHF/dt	100 CHF/dt	200 CHF /dt
Extenso-Beitrag		400 CHF/ha	400 CHF/ha
Einnahmen	3150 CHF/ha	3900 CHF/ha	5400 CHF/ha

Tabelle II: Kosten der verschiedenen Behandlungen

Behandlung	Pyrethroid		Spinosad	Gesteinsmehl				Siliziumoxid	Kaolin
				Gespritzt		Gestäubt			
Produkt	Karate Zeon ¹	Talstar ²	Audienz ³	Diabas Lavamehl + Genolplant ⁴	Klinospray + Heliosol ⁵	Klinospray ⁶	Napfsteinmehl ⁷	Silico-Sec + Genolplant ⁸	Surround + Sticker ⁹
Anzahl Applikationen	1x behandelt	1xbehandelt	1x behandelt	3x behandelt	3x behandelt	3x behandelt	3x behandelt	3x behandelt	3x behandelt
Aufwandmenge pro ha	0.075 l	0.15 l	0.2 l	je 20 kg + 5 l	je 20 kg + 2 l	je 200 kg	je 200 kg	je 20 kg + 5 l	je 20 kg +0.3 l
Preis Produkt pro ha	17.20 CHF	31.60 CHF	114 CHF	407.40 CHF	252 CHF	354 CHF	144 CHF	355.8 CHF	309.15 CHF
Arbeits- & Maschinenkosten pro ha*	45 CHF	45 CHF	45 CHF	3x45=135 CHF	3x45=135 CHF	3x40 =120 CHF	3x40 =120 CHF	3x45=135 CHF	3x45=135 CHF
Kosten pro ha	62.20 CHF	76.60 CHF	161.00 CHF	542.40 CHF	387.00 CHF	474.00 CHF	264.00 CHF	490.80 CHF	444.15 CHF

Anmerkungen:

- 1: Karate Zeon, Preis bei der Landi: 229.10 CHF / l.
- 2: Talstar, Preis bei Stähler: 210.9 CHF / l.
- 3: Audienz, Preis bei Omya: 570 CHF / l, maximal eine Behandlung pro Jahr.
- 4: Diabas Lavamehl Ultrafein, Preis bei Niederhäuser AG: 90 CHF / 20 kg; Genolplant, Preis bei Andermatt Biocontrol: 49.80 CHF / 5 l; Behandlung mit 600 l Wasser / ha
- 5: Klinospray (zum Spritzen), Preis bei Unipoint AG: 60 CHF / 25 kg; Heliosol, Preis bei Omya: 18 CHF / l
- 6: Klinofeed (zum Stäuben), Preis bei Unipoint AG: 590 CHF / t (abgesackt)
- 7: Napfsteinmehl, Preis Ulrich&Partner GmbH: 24 CHF / 100 kg abgesackt (18 CHF / 100 kg im Bigpack)
- 8: Silico-Sec, Preis bei Andermatt: 229.5 CHF / 15 kg; Genolplant, Preis bei Andermatt Biocontrol: 49.80 CHF / 5 l
- 9: Surround, Preis bei Stähler: 49.50 CHF / 12.5 kg; Sticker, Preis bei Stähler: 79.50 CHF / l

Der Berechnung der Arbeits- & Maschinenkosten liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Einsatzkosten Feldspritze (12 m): 33 CHF / ha
- Einsatzkosten Düngerstreuer: 15 CHF / ha
- Maschinenkosten für Traktor: 34 CHF / Stunde
- Lohn für Maschinenführer: 30 CHF / Stunde
- Arbeitszeit: berechnet für etwa 100x100 m grosses Feld:
 - Spritze (12 m, Fahrgeschwindigkeit 8 km / h): ca. 0.2 h
 - Düngerstreuer (6 m, Fahrgeschwindigkeit 5.5 km / h): ca. 0.4 h